

NN31545.0264

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 264, d.d. 14 juli 1964

Grondslagen voor de berekening van de kosten
van aanleg van openbare nutsvoorzieningen
in ruilverkavelingsgebieden

ir. P. Spijk

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in publikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

1783885



I N H O U D		Pag.
I. INLEIDING		1
a. Achtergronden en doel van het onderzoek		1
b. Kosten van utiliteitswerken in recent gestemde ruilverkavelingen		2
II. VERANTWOORDING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK		4
a. De kosten van de utiliteitswerken in een ruilverkaveling		4
b. Vereiste nauwkeurigheid en vooronderstellingen		5
c. Verzameling en verwerking der gegevens		6
III. DE STRUCTUUR VAN NETTEN VAN OPENBARE NUTSVOORZIENINGEN		7
a. Netten in agrarische gebieden		7
b. Aansluiting op bestaande netten		8
c. Plaats en diepteligging van de leidingen		9
IV. WATERLEIDING		10
a. Algemeen		10
b. Het waterverbruik		10
c. De druk in de waterleidingbuizen		16
d. Bepaling van de leidingdoorsnede		17
e. Aanlegkosten		18
V. ELEKTRICITEIT		20
a. De belasting van het net		20
b. Bepaling van de kabeldoorsnede		24
c. Aanlegkosten		26
VI. TELEFOON		29
a. Het telefoongebruik		29
b. Bepaling van de kabeldoorsnede		29
c. Aanlegkosten		30
LITERATUUR		32

BIJLAGEN

1. Structuren van netten van openbare nutsvoorzieningen
2. Aansluiting van boerderijen op het laagspanningsnet
3. De verhouding piekverbruik : gemiddeld waterverbruik
4. Het maatgevend drinkwaterverbruik in grote netgedeelten
5. Een formule voor het maatgevend drinkwaterverbruik door vee
6. Het maatgevend drinkwaterverbruik op landbouw- en veebedrijven
7. Afvoer en verhang in waterleidingbuizen (naar HUISMAN, 1955)
8. De kosten van de aanleg van waterleidingbuizen
9. Het vermogen van elektro-motoren voor het agrarisch bedrijf
10. Het in woningen geïnstalleerd elektrisch vermogen voor verlichting en huishoudelijke werkzaamheden
11. Het grootste gelijktijdig aangesloten elektrisch vermogen in een (agrarische) huishouding
12. Het maatgevend aangesloten elektrisch vermogen bij verschillende bedrijfsgrootten en -aantallen
13. Schema van een draaistroomnet
14. Aangesloten vermogen, spanningsverlies en kabeldoorsnede voor laagspanningskabels
15. De kosten van de aanleg van elektriciteitskabels
16. Schema van een lokaal telefoonnet

I. INLEIDING

a. Achtergrond en doel van het onderzoek

Bij de voorbereiding en uitvoering van ruilverkavelingen staat het kostenvraagstuk centraal. Dit geldt in algemene zin voor de urgentie bepaling van ruilverkavelingsbehoeftige gebieden (Centrale Cultuurtechnische Commissie - Meerjarenplan 1958, Rapport Werkgroep Toepassing en Uitwerking Methodiek Meerjarenplan 1962), en voor het ontwerpen van alternatieve verkavelingsplannen. In deze studies ligt het zwaartepunt bij de berekening van het investeringseffect: de verhouding tussen de te verwachten landbouwkundige baten van de ruilverkaveling en de investeringskosten. Ook de kosten van de aansluiting van boerderijen op de netten van waterleiding, elektriciteit, gas en telefoon - de zogenaamde openbare nutsvoorzieningen of utiliteitswerken - zouden hiervan deel hebben uitgemaakt, ware het niet dat men door gebrek aan voldoende basisgegevens deze kosten slechts pro memorie kon vermelden. Het tekort betrof in de eerste plaats fundamentele gegevens voor de berekening van de geldswaarde van de te verwachten baten, bovendien beschikte men niet over basiscijfers voor de te investeren bedragen.

Ook in uit te voeren ruilverkavelingen speelt dit tekort aan gemakkelijk te hanteren gegevens parten. Wanneer het voornemen bestaat een ruilverkaveling uit te voeren is tot nu toe namelijk de procedure betreffende de utiliteitswerken ongeveer zo, dat de Cultuurtechnische Dienst na reeds in een vroeg stadium de betrokken openbare nutsbedrijven algemeen te hebben ingelicht, van hen een opgave ontvangt van de door hen te investeren bedragen in het voorgelegde verkavelingsplan. Het is niet gebruikelijk om redenen van de aanleg van utiliteitswerken van dit verkavelingsplan af te wijken, toepassing van een alternatief plan te overwegen of de situering der boerderijen te wijzigen. Mogelijkheden voor aanzienlijke besparingen voor de nutsbedrijven en ook voor de Cultuurtechnische Dienst blijven hierdoor onbenut.

De onderhavige studie beoogt algemene informatie te geven over netten van openbare nutsbedrijven in ruilverkavelingsgebieden en de inves-

teringskosten daarvan. Het onderzoek is in eerste aanleg afgestemd op het gebruik voor het opstellen van alternatieve plannen; daarnaast is het bedoeld voor hen die reeds in het voorbereidende stadium in de ruilverkavelingsarbeid worden betrokken, teneinde het overleg met de openbare nutsbedrijven meer effect te geven. Een systematische uitwerking van bepaalde verkavelingstypen wordt in een volgende Nota gegeven als ook de uitwerking van een voorbeeld. Er zij op gewezen dat het in de volgende paragrafen vermelde niet is bedoeld voor definitieve kostenbegrotingen van openbare nutswerken in een uit te voeren ruilverkavelingsplan. Daarvoor dient men zich, zoals thans gebruikelijk is, te wenden tot de betrokken nutsbedrijven.

b. Kosten van utiliteitswerken in recent gestemde ruilverkavelingen

Een nadere indruk van de betekenis van dit onderzoek kan worden verkregen aan de hand van de begrotingen die zijn vermeld in de ruilverkavelingsrapporten van de Cultuurtechnische Dienst. Voor zover nieuwe bedrijven in de desbétreffende ruilverkavelingen worden opgenomen en de aansluiting niet viel onder een provinciaal of regionaal '100% aansluitingsplan' is daarin ook een raming van de betrokken nutsbedrijven opgenomen van de kosten voor utiliteitswerken, hier beperkt tot elektriciteit en waterleiding.

Deze aansluitingskosten blijken (vanaf 1960) in het algemeen te liggen tussen 0,5 en 7% van de totale ruilverkavelingskosten, met een gemiddelde van 3 à 4%. De geraamde kosten per bedrijf zijn gemiddeld voor de waterleiding op ca. f 3500,- te becijferen en voor elektriciteit op f 7000,-. Er zijn zelfs enige plannen met ramingen van ca. f 20 000,- per bedrijf voor elektriciteit en waterleiding tezamen. Een en ander blijkt in hoge mate te worden bepaald door plaatselijke omstandigheden, als het aantal aan te sluiten bedrijven, de ligging daarvan ten opzichte van het net en de grootte der bedrijven.

Hieruit valt te concluderen dat de kosten van de utiliteitswerken slechts een bescheiden deel vragen van de totale ruilverkavelingskosten, Besparingen op deze post oefenen daardoor een betrekkelijk geringe invloed uit op de totale kosten, waarbij echter moet worden aangetekend, dat door de steeds meer in ruilverkavelingen voorkomende boerderijver-

plaatsing het aandeel van de kosten van utiliteitswerken groter wordt-
Daarnaast rechtvaardigen de hoge kosten per aansluiting een onderzoek
als het onderhavige, dat is gericht op het aangeven van oplossingen die
tot een verlaging van de kosten van utiliteitswerken kunnen leiden.

II. VERANTWOORDING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

a. De kosten van de utiliteitswerken in een ruilverkaveling

In deze Nota kan niet worden voorbijgegaan aan een nadere omschrijving van de kosten van de aanleg van utiliteitswerken in ruilverkavelingen, een punt waar zowel het Meerjarenplan als het rapport van de werkgroep T.U.M. zich niet nauwkeurig over hebben uitgelaten.

In de eerste plaats is het van belang dat men de laatste jaren steeds meer gaat streven naar spoedige aansluiting van alle percelen in den lande aan de waterleiding- en elektriciteitsnetten, ongeacht de baten daarvan. Bij de telefoondistricten houdt men rekening met de mogelijkheid van volledige aansluiting. Wat de voor ruilverkaveling in aanmerking komende gebieden betreft kan men dus rekenen op aansluiting van alle bestaande bedrijven op het waterleiding- en elektriciteitsnet en ook op het telefoonnet, onafhankelijk van de ruilverkaveling. Hieruit volgt dat de kosten van aansluiting van bestaande panden in ruilverkavelingen niet of slechts ten dele op rekening van de ruilverkaveling kunnen worden geschreven.

Nauwkeuriger geformuleerd:

de kosten van de aanleg van utiliteitswerken in een ruilverkavelingsgebied omvatten het verschil tussen de kosten indien respectievelijk wel en niet een ruilverkaveling wordt uitgevoerd.

In deze studie zal worden gerekend met de direct te investeren bedragen. Er wordt niet ingegaan op exploitatiekosten als rente, afschrijving, onderhoud, administratie en inkomsten.

In de praktijk van de kostenbegrotingen voor ruilverkavelingen heeft meestal wel een volledige exploitatieberekening voor de utiliteitsvoorzieningen als basis voor de kostenberekening gediend. Voor rekening van de ruilverkaveling komt dan een zeker gedeelte van het gekapitaliseerde exploitatie tekort. Berekeningen dienaangaande wijzen echter uit, dat de eerdergenoemde investeringen algemeen in dezelfde orde van grootte komen te liggen als het gekapitaliseerde exploitatie tekort. Bovendien verschillen de exploitatieberekeningen van plaats tot plaats nogal. In het kader van dit onderzoek zijn dan ook de veel gemakkelijker te hanteren en minder voor discussie vatbare directe investeringen aantrekkelijker.^{x)}

^{x)} Zie in dit verband ook het Rapport Electriciteitsvoorziening van het Platteland, pg. 31.

Bij het voorgaande betreffende de exploitatiekosten moet worden aangetekend dat ook een bepaald gedeelte van de energie-verliezen daaronder valt. Deze kunnen van voldoende gewicht zijn om ten behoeve van gunstiger exploitatie tot hogere directe investeringen (grotere leidingdoorsnede) over te gaan, dan op grond van een technische berekening van het net zou worden verwacht. De hiermede gepaard gaande hogere kosten worden wel als kosten voor de ruilverkaveling opgevoerd. Van de verloren gegane of verplaatste leidingen van het bestaande net worden slechts de eventuele kosten van opgraven en herleggen berekend.

Vaak wordt in de praktijk in verband met mogelijke toekomstige aansluiting van andere objecten of om twee hoofdleidingen onderling te verbinden de leidingdoorsnede groter genomen dan voor de boerderijen in de ruilverkaveling zou zijn vereist. De kosten die daarvoor nodig zijn komen in beginsel niet ten laste van de ruilverkaveling. Met betrekking tot het laatste kunnen zich evenwel ingewikkelde situaties voordoen.

b. Vereiste nauwkeurigheid en vooronderstellingen

De opzet van een onderzoek hangt ten nauwste samen met de vereiste nauwkeurigheid van de resultaten. Omdat het bij het onderhavige onderzoek gaat om gegevens voor algemeen inzicht en ten behoeve van onderlinge vergelijking van plannen - niet voor definitieve kostenbegrotingen - is geen uiterste nauwkeurigheid vereist. Een wetenschappelijk volledig verantwoorde benadering van de vraagstukken is dan ook niet nagestreefd. Het onderzoek heeft daarmede in verschillende opzichten een vrij smalle basis. De sporen daarvan zijn gemakkelijk in de volgende beschouwingen terug te vinden.

Voorts is het kostenniveau aangehouden ten tijde van het onderzoek (1963/1964), met doorberekening van een loonsverhoging van 10-15% die zich tijdens die periode voltrok. Tevens is aangenomen dat de gebruikelijke technieken van ontwerp en aanleg worden toegepast.

Ter vereenvoudiging zijn enige vooronderstellingen gedaan met betrekking tot de aansluitingen in het algemeen. Er is van uitgegaan dat alle bedrijven worden aangesloten op het waterleiding- en elektriciteits- en telefoonnet. De aanleg van gasleidingen is buiten beschouwing gelaten. Gasaansluiting van agrarische gebieden buiten de dorpskernen is (tuinbouwgebieden wellicht uitgesloten) nog niet op grote schaal te verwach-

ten, ondanks het aardgasnet. In dit verband is overwogen dat de functie van gas vrijwel geheel kan worden vervuld door andere energievormen (elektriciteit, olie en kolen) of door Butagas.

c. Verzameling en verwerking der gegevens

Behalve gegevens uit handboeken betreffende fundamentele zaken zijn informaties, vooral over speciale aspecten en toepassing verkregen uit studierapporten en artikelen in tijdschriften. Met verschillende openbare nutsbedrijven en diensten is overleg gepleegd over de praktijk van deze werken en in het bijzonder over de kosten. Deze gegevensverzameling is beperkt tot het noodzakelijke. De betrokken bedrijven en diensten zijn:

- Cultuurtechnische Dienst, Centrale Directie te Utrecht, en de provinciale directies Groningen, Friesland, Gelderland en Drente
- Provinciaal Elektriciteitsbedrijf te Groningen
- N.V. Mij. tot Exploitatie van Laagspanningsnetten te Groningen
- Elektriciteitsmaatschappij Veenkoloniën te Veendam
- Provinciaal Elektriciteitsbedrijf van Friesland te Leeuwarden
- Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage
- Centrale Directie der P.T.T. te 's-Gravenhage
- Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland te Doetinchem

Ten aanzien van de beschouwingen of feitelijke gegevens in deze Nota dragen de genoemde bedrijven en diensten geen verantwoording,

Vanwege de vele analogieën tussen de stroming van water en elektrische stroom als ook tussen het verbruikspatroon van beide, zijn deze onderwerpen voor zover dat haalbaar was, analoog behandeld.

De kostenberekeningen in de modelverkaveling (een volgende Nota) zijn uitgevoerd door de wiskundige afdeling van het Instituut.

III. DE STRUCTUUR VAN NETTEN VAN OPENBARE NUTSVOORZIENINGEN

a. Netten in agrarische gebieden

De netten van de openbare nutsvoorzieningen kunnen worden onderscheiden naar type en naar orde. Naar type worden ze verdeeld in ster-, vertakte, ring-, sectorvormige en mazenvormige netten of een combinatie hiervan (Bijl. 1). Naar orde zijn er netten van hogere en van lagere orde: bijvoorbeeld bij waterleiding transport- en verdeelnetten, bij de elektriciteitsvoorziening hoog, middel- en laagspanningsnetten, bij de telefoon de interlokale, lokale en centrale netten. Het komt voor dat een bepaald type veel wordt toegepast bij netten van bepaalde orde, men raadplege daarvoor de handboeken. Bij de voorzieningen in agrarische gebieden is in hoofdzaak slechts sprake van netten van lagere orde, te weten: voor waterleiding het verdeel- of distributienet, voor telefoon het lokale net; de elektriciteitsnetten bestaan doorgaans uit een combinatie van het hoog- en het laagspanningsnet.

De nettypen die toepassing vinden zijn bij de waterleiding bij voorkeur het ring- en daarnaast het vertakte type; het laatste geeft slechts eenzijdige aansluiting. In het algemeen tracht men leidinggedeelten die slechts op één punt op de hoofdleiding zijn aangesloten (de zogenaamde uitlopers) te vermijden en wel des te meer naarmate minder percelen zijn aangesloten. De reden hiervan is dat veelvuldig voorkomen van stilstaand of langzaam stromend water in de buizen vervuiling in de hand werkt. In deze netten kan bij een groot aantal aangesloten bedrijven (reeds vanaf een aantal in de orde van grootte van 40) met voordeel een reservoir worden toegepast om het piekverbruik op te vangen. In deze Nota blijven dergelijke oplossingen buiten beschouwing. Bij de elektriciteitsnetten treft men doorgaans twee netten naast elkaar aan, het hoogspanningsnet met een spanning van 10 000 V voor het overbruggen van afstanden en het daarmee via transformatoren verbonden laagspanningsnet, met een draaistroomspanning van 380/220 V. Op het laatste net worden de bedrijven aangesloten. Er zij op gewezen dat in Nederland ook agrarische gebieden voorkomen, die voor zover ze buiten de dorpen liggen, worden gevoed door een net van 3000 V; bijvoorbeeld de Noordoost polder (zie BAGGERMAN, 1956). Dit systeem biedt namelijk naar verhouding goede mogelijkheden sterke toeneming der be-

lastig op te vangen; voorts is het vooral doelmatig in streken, met veel nieuwe aansluitingen, gelegen aan de periferie van een hoogspanningsnet (voorbeeld de ruilverkaveling Broekstreek). De boerderijen zijn afzonderlijk of gezamenlijk, al naar gelang ze gespreid of in groepen staan via een transformator op dit net aangesloten. Van geval tot geval zal door de betrokken elektriciteitsbedrijven worden uitgemaakt of het eerste dan wel het tweede systeem voor uitvoering in aanmerking komt. Omdat het eerste het meest wordt toegepast en het tweede bij een gering aantal aansluitingen doorgaans veel te duur is, houden wij in deze Nota het 10 000 - 380/220 V-systeem aan. Evenals bij waterleiding is eenzijdige aansluiting (vertakt net of uitlopers) voor de elektriciteitsvoorziening minder aantrekkelijk dan aansluiting van twee kanten - hier vanwege de bedrijfszekerheid. Men kiest daarom wel een ringnet of parallelleidingen (Bijl. 2) Daarmede wordt tevens gemakkelijk een over - of reserve capaciteit verkregen - de investeringen zijn echter hoger. Het hangt van de belangen die er mee zijn gemoeid af, wanneer tot tweezijdige aansluiting wordt overgegaan^{*}). Doorgaans is het transformatorstation tweezijdig op het hoogspanningsnet aangesloten; bij een aantal van 10 à 20 boerderijen kan tweezijdige aansluiting in het laagspanningsnet worden overwogen.

In beginsel hiervan afwijkend zijn de (lokale) telefoonnetten, waarbij elke aangeslotene via een afzonderlijke dubbeldraad, die in de kabels met andere is gebundeld, rechtstreeks met de lokale centrale verbonden. Logisch vindt hierbij het vertakte nettype toepassing. Andere types komen in onze studies niet voor toepassing in aanmerking.

b. Aansluiting op bestaande netten

De aansluiting van nieuwe netgedeelten op het bestaande net vormt vooral een kwestie voor onderzoek ter plaatse. Aansluiting is slechts mogelijk indien de capaciteit van de bestaande leidingen en centrales uitbreiding van het aantal aangeslotenen toelaat. In de overige gevallen moet het bestaande net of de centrale worden uitgebreid, hetgeen een zeer aanzienlijke verhoging van de investeringen met zich mee kan brengen. Bij de berekeningen voor de verkavelingsmodellen in de volgende hoofdstukken is er van uitgegaan dat de bestaande netten en centrales de bewuste aansluitingen in zoverre toelaten dat de betrokken bedrijven

^{*}) zie ook HONNENS, 1956
146/0764/40/8

een zeker bedrag per nieuw aangeslotene moeten investeren ter uitbreiding van hun centrale voorzieningen; hiervoor wordt een gemiddeld bedrag opgevoerd.

c. Plaats en diepteligging van de leidingen

De plaats waar de leidingen worden gelegd is in plattelandgebieden doorgaans de wegberm. Men kiest deze plaats vanwege de ligging der aan te sluiten bedrijven, het geringe aantal sloten en drainagebuizen en de mogelijkheid de leiding zonodig gemakkelijk terug te kunnen vinden. Bij elektriciteit en telefoon bestaan nog bovengrondse netten, doch tegenwoordig worden de leidingen uitsluitend ondergronds aangelegd.

Maatgevend voor de diepte waarop de leidingen in de grond worden gelegd is voor waterleiding-distributienetten de grootste te verwachten diepte tot welke de vorst in de grond dringt (zie BOELHOUWER, 1954). De kans op bevriezing moet uiteraard nihil zijn. De benodigde gronddekking voor de buizen wordt voor het oosten des lands veelal op 1,20 m gesteld, in West-Nederland en bij hoog grondwater op 0,80 m. De diepteligging van elektriciteits- en telefoonkabels wordt vooral bepaald door de kans op beschadiging, bijvoorbeeld door werkzaamheden aan de wegen. Laagspanningskabels liggen ongeveer 0,60 m, hoogspanningskabels 0,80 m en telefoonkabels 0,50 à 0,70 m beneden het maaiveld. In onze berekeningen zullen de kosten verbonden aan het leggen van de leidingen op deze diepten als constante factoren worden verwerkt, evenals de daarbij behorende breedte van de te graven sleuf.

IV. WATERLEIDING

a. Algemeen

Aan de watervoorziening wordt in het algemeen de eis gesteld dat te allen tijde water in voldoende hoeveelheid en onder voldoende druk beschikbaar is. In meer mathematisch-statistische termen wil dit dus zeggen dat slechts een zeer beperkte frequentie en duur van de perioden waarin te weinig water onder te geringe druk, of met name in het geheel geen water beschikbaar is, wordt geaccepteerd. Hoe groot deze frequentie is en wat onder voldoende hoeveelheid en voldoende druk wordt verstaan is niet exact vastgelegd.

Deze vaag omschreven voorwaarden vormen het uitgangspunt van de volgende paragrafen, waarin wordt ingegaan op de bepaling van de leidingdiameters. De vereiste diameter van een waterleidingbuis wordt, afgezien van de bedrijfsexploitatie, bepaald door twee hoofdgroepen van factoren:

- a. de hoeveelheid doorstromend water, hier het verbruik
- b. de druk en drukverschillen in het waterleidingnet
- c. eigenschappen van het water
- d. eigenschappen van de buizen (lengte, doorsnede, wandruwheid)

b. Het waterverbruik

Tot voor kort was het gebruikelijk als maatstaf voor het verbruik te nemen de som van het maatgevende waterverbruik voor huishouding en eventueel bedrijf, vermeerderd met het verbruik voor brandbestrijding (zie BOELHOUWER, 1954). Aangezien de laatste hoeveelheid de eerste verre overtrof leidde dit naarmate het aantal aansluitingen geringer was tot on-economisch grote leiding diameters. Tevens werd de stroomsnelheid hiermede in de buizen zeer laag met alle reeds eerder aangeduide bezwaren van dien. Met de ontwikkeling van de nevelspuit zijn de vereiste hoeveelheden brandbluswater voor kleine complexen van bouwwerken aanzienlijk verminderd. De praktijk bij de waterleidingbedrijven is thans, dat men als maatstaf neemt het (maatgevend) huishoudelijk en bedrijfsverbruik. Hierbij zij nog aangetekend dat men in agrarische gebieden zelden buisdiameters neemt kleiner dan 50 mm. Met deze doorsnede bereikt men normaliter niet de vroeger voor

brandbestrijding gevraagde 18 m^3 water per uur, doch wel zoveel dat ook met minder perfecte hulpmiddelen als de nevelspuit een begin van brand succesvol is te bestrijden.

Over het drinkwaterverbruik zou met enige algemene opmerkingen en cijfers kunnen worden volstaan indien deze cijfers voorhanden zouden zijn. In de literatuur is echter weinig te vinden over het (maatgevende) verbruik bij de geringe aantallen aansluitingen waar wij ons mee bezighouden. Uit de schaarse informatie die ter beschikking staan wordt in het navolgende geprobeerd geschikte uitgangspunten voor een berekening bij geringe bedrijfsaantallen af te leiden.

Het verbruik is naar plaats en tijd variabel. Naar plaats houdt in dat het verbruik per aansluiting, per groep van aansluitingen, per soort en uitrusting van de aangesloten gebouwen, op het platteland en in de stad verschillen (zie o.m. WOLFF, 1957, BABBITT and DOLAND, 1955, HENDERSON, 1962) enz. Naar tijd zijn er verschillen per moment, minuut, uur, etmaal, seizoen, jaar enz. In de praktijk rekent men met maximum en gemiddeld verbruik per uur, per dag, berekend over een zeker tijdvak bijvoorbeeld een jaar. Het maximum verbruik per tijdseenheid gedurende een bepaald tijdvak wijkt meestal aanzienlijk af van het gemiddelde verbruik.

Bij het vaststellen van het maatgevende verbruik moeten wij ons richten op maximum verbruikshoeveelheden. Deze hoeveelheden blijken te variëren naar het aantal aansluitingen. Bij onderzoekingen in Amerika is waargenomen dat, naarmate de nederzettingen kleiner waren, de verhouding $\frac{\text{maximum}}{\text{gemiddeld}}$ verbruik groter was, een verschijnsel dat, behalve door een mogelijk verschil in verbruikspatroon, werd veroorzaakt door het aantal aansluitingen (WOLFF, 1957, BABBITT and DOLAND, 1955, BOGUE, 1963). Ook uit onderlinge vergelijking van de gegevens in de Nederlandse literatuur kan men afleiden dat bij een gering aantal aansluitingen een hoger maximumverbruik maatgevend is dan bij grote complexen (zie o.m. LAFEBER, 1959, GURCK, 1960).

In het algemeen kan worden gesteld, dat de verhouding $\frac{\text{maximum}}{\text{gemiddeld}}$ verbruik groter is naarmate het aantal aansluitingen kleiner is en ook naarmate de tijdseenheid waarop deze verhouding betrekking heeft

kleiner is - de exacte afleiding hiervan laten wij achterwege. Dit betekent dat deze verhouding maximaal is voor het momentverbruik van 1 aansluiting. Immers, het verbruik over n aansluitingen is te beschouwen als n -maal het gemiddelde van het verbruik van de afzonderlijke aansluitingen. Daarbij ligt het hoogste verbruik van 1 of meer aansluitingen boven dit gemiddelde! Evenzo is het met de tijdseenheden: het uurverbruik is $60x$ het gemiddelde minuutverbruik in dat uur. Het is gemakkelijk in te zien dat de afvlakking groter is, met andere woorden: dat de verhouding $\frac{\text{maximum}}{\text{gemiddeld}}$ verbruik meer tot 1 nadert, naarmate het aantal aansluitingen groter is en de betrokken tijdseenheden^{*)} groter zijn (bijl. 3).

Gelet op de eis: te allen tijde water in voldoende hoeveelheid en onder voldoende druk, zou in principe maatgevend kunnen worden geacht voor de dimensionering van het buizennet het maximum momentverbruik, waarbij de frequentie en duur van de 'momenten' waarop hieraan niet wordt voldaan, zolang nader onderzoek hierover ontbreekt, in het midden wordt gelaten. Hierbij is op te merken dat met de variatie in het aantal aansluitingen ook de eisen ten aanzien van deze frequentie en duur kunnen verschillen en daarmede ook de maatgevende tijdseenheid (het 'moment') voor het maximum verbruik. In de praktijk wordt deze tijdseenheid groter genomen met het toenemen van het aantal aansluitingen.

Voor het vraagstuk van de berekening van netten met een gering aantal aansluitingen kan aansluitend op deze overwegingen een oplossing worden gezocht door een doelmatige combinatie van de geldende normen voor grote netten met die voor een of enkele aansluitingen.

Het basisgegeven voor berekeningen van grote netten is het gemiddeld etmaalverbruik, of het gemiddeld uurverbruik (\bar{Q}_u) per persoon en stuks vee, verder gedifferentieerd naar type van woonplaats (stad, platteland). Dit verbruik blijkt nog steeds aanmerkelijk te stijgen, zodat in de gehanteerde maatgevende verbruikshoeveelheden een zekere toeneming wordt verwerkt. Omdat dit verbruik niet regelmatig over het etmaal is verdeeld, rekent men voor de dimensionering van het leidingennet met een maatgevend maximumverbruik, waarvoor

^{*)} Hiermede is niet bedoeld het vergelijken van het grootste voorgekomen uurverbruik over bijv. 1960 met dat in het tijdvak 1950 t/m 1960; dan zal het hoogste waargenomen uurverbruik groter zijn - en daarmede ook de bovengenoemde verhouding - naarmate het beschouwde tijdvak langer is.

wordt genomen het maximum uurverbruik (Q_u^*). Doorgaans ligt het maatgevend uurverbruik tussen 5 en 10% van het hoogste dagverbruik. De verhouding $f = \frac{Q_u^*}{Q_u}$ wordt dan 2,5 à 3,5. Gedetailleerde gegevens hierover zijn in Bijlage 4 opgenomen. De berekeningen in deze bijlage hebben geresulteerd in de volgende door ons te hanteren normen:

- de verhouding $\frac{Q_u^*}{Q_u}$ voor grote netten is voor huishoudelijk (en bedrijfs-)verbruik $f_h = 3$
voor vee $f_v = 4$
- als gemiddelde verbruikshoeveelheden zijn aangehouden:
personen 150 l/etm. of 6,3 l/u per persoon
vee 60 l/etm. of 2,5 l/u per stuks grootvee-eenheden(g)
waarbij 1 grootvee-eenheid = 1 koe, 1 paard, 25 stuks jongvee
4 stuks kleinvee of 200 stuks pluimvee

Onderzoekingen hebben, zoals eerder is vermeld, aangetoond dat de verhouding f toeneemt bij een afnemend aantal aangeslotenen (n). Het algemeen verband tussen f en n kan voor $n \rightarrow \infty$ worden geformuleerd als: f nadert tot een limiet groter dan 1; in verband met bovengenoemde cijfers kan voor deze limiet 3 en 4 worden genomen, respectievelijk voor huishoudelijk/bedrijfsverbruik en verbruik door vee. Ook voor de toekomst kunnen deze waarden voor f worden gehanteerd; de verhouding f is, niet te voorzien ontwikkelingen en incidentele afwijkingen daar gelaten slechts aan zeer geringe stijgingen onderhevig (zie WOLFF, 1957).

De berekeningen met betrekking tot zeer kleine perceelsaantallen zijn in principe te baseren op een rekenwijze, behandeld door LAFEBER (1954). Men gaat hierbij uit van het aantal tappunten per woning, de capaciteit van deze tappunten en de waarschijnlijkheid van gelijktijdig gebruik. De aangesloten tappunten worden omgerekend in een aantal tappunten (t) die ten aanzien van het drukverval in de aanvoerleiding een even grote capaciteit bezitten van q l/u, door LAFEBER gesteld op 300 l/u. Voor de berekening van de aanvoerleiding rekent men dan op een maximum verbruik (dit is het maatgevend verbruik) voor één huishouding van $Q_{h1}^* = q \sqrt{t} \text{ l/u} = 300 \sqrt{t} \text{ l/u}$. Het maatgevend verbruik van n aansluitingen is $Q_{h,n}^* = q \sqrt{nt} \text{ l/u}$.

De verhouding f wordt dan voor n aansluitingen

$$f_n = \frac{Q_{hn}^*}{Q_{hn}} = \frac{q\sqrt{nt}}{n\bar{Q}_n}$$

Het is gemakkelijk in te zien dat deze formule slechts opgaat voor kleine n want $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n = 0$. Volgens de voorgaande alinea's moet deze limiet voor huishoudelijk verbruik 3 zijn. Een en ander is met elkaar in overeenstemming te brengen door te stellen: $f_{hn} = \frac{q\sqrt{nt}}{n\bar{Q}_n} + y$, waarvoor $\lim_{n \rightarrow \infty} f_{hn} = 3$. Om zo goed mogelijke aansluiting bij de beschikbare gegevens te verkrijgen is gesteld: $y = 3\frac{n-1}{n}$. Dus

$$f_{hn} = \frac{q\sqrt{nt}}{n\bar{Q}_n} + 3\frac{n-1}{n}$$

($n \geq 1$)

Onbekend in deze formule is de grootte van $\frac{q\sqrt{t}}{\bar{Q}}$. De teller van de vorm is met de in het voorgaande aangegeven rekenwijze, bij een mogelijk gelijktijdig gebruik van de onderstaande kranen en uitgaande van een eenheidscapaciteit $q = 300$ l/u voor een agrarisch bedrijf als volgt te berekenen (huishoudelijk en bedrijfsverbruik, met uitzondering van het drinkwater voor vee).

keukenkraan	600 l/u, $t = (\frac{600}{300})^2 = 4$
stortbak	300 " = 1
wastafel	300 " = 1
spoelkraan	1500 " = 25
	<hr/>
totaal	31

Voor de capaciteit van deze kranen, zie LAFEBER (1954). Hieraan toegevoegd is de spoelkraan (Door DE VRIES, 1949, wordt voor spoelinrichtingen voor melkbussen een kraan genoemd met een capaciteit van 0,5 l/sec., dit is 1800 l/u).

Het gemiddeld verbruik \bar{Q} per agrarisch bedrijf is bij een woningbezetting van gemiddeld $4\frac{1}{2}$ personen (geraamd m.b.v. gegevens uit C.B.S.: Alg. woningtelling 1956 en Alg. Volktelling 1960):

$$\begin{aligned} 4\frac{1}{2} \text{ personen} & \text{ à } 150 \text{ l/etm.} = 675 \text{ l/etm.} \\ \text{spoelen} & = 125 \text{ " (geschat)} \\ \text{totaal } \bar{Q}_h & = 800 \text{ l/etm.} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \bar{Q}_h = \frac{800}{24} = 33 \text{ l/u per bedrijf}$$

De totale maatgevende verbruikshoeveelheid Q_{hn}^* voor huishouding en spoelen wordt voor n percelen: $Q_{hn}^* = f_{hn} \cdot n \cdot \bar{Q}_h \rightarrow$

$$\rightarrow Q_{hn}^* = \left(\frac{q\sqrt{nt}}{n\bar{Q}_h} + 3 \frac{n-1}{n} \right) n\bar{Q}_h = q\sqrt{nt} + 3(n-1)\bar{Q}_h$$

Invulling der bekende cijfers geeft:

$$Q_{hn}^* = 300 \sqrt{n \cdot 31} + 3(n-1)33 = 1670 \sqrt{n} + 99(n-1)$$

afgerond

$$Q_{hn}^* = 1700 \sqrt{n} + 100(n-1) \text{ l/u}$$

Hierbij zij in de eerste plaats opgemerkt dat een vrij ruwe schatting van de gemiddelde verbruikshoeveelheden van ondergeschikte invloed is op Q_{hn}^* voor kleine netten, dus kleine n.

De tweede opmerking geldt de verhouding f voor 1 aansluiting.

$$f_{h1} = \frac{Q_{h1}^*}{Q} = \frac{1700}{33} = 52$$

Door GURCK (1960) worden waarden voor f_{h1} genoemd van 50-150 of meer voor gewone woningen waarbij sprake was van een gemiddeld verbruik van waarschijnlijk ca. 15 l/u. Dit gegeven past dus goed in het beeld van de formule.

De voorgaande rekenwijze blijkt ook op te gaan voor de bepaling van het maatgevend drinkwater verbruik voor vee. Gaan wij uit van het door DE VRIES (1949) genoemde basisgegevens van de capaciteit van een drinkbak van $q' = 300 \text{ l/u}$ en bewerken wij de door hem genoemde gegevens met de onderstaande formule dan blijkt een en ander zeer goed te voldoen (Bijl.5).

$$\text{Hier is dus } f_{vn} = \frac{q'\sqrt{nt'}}{n\bar{Q}_v} + 4 \frac{n-1}{n}$$

waarbij t' = aantal tappunten (drinkbakken), of het aantal grootvee-eenheden (g) indien elk dier een drinkbak heeft. In de meeste stallen is echter per 2 koeien 1 drinkbak; dan is

t' te stellen op het gemiddelde van g en het aantal drinkbakken, dus $t' = \frac{3}{4} g$. Rekening houdend met de veebezetting nemen wij voor een weidebedrijf van ca. 25 ha $t' = 35$; naar behoefte kan dit cijfer worden gewijzigd.

$$q' = 300 \text{ l/u}$$

$$\bar{Q}_v = t' \cdot 2,5 \text{ l/u} = 87,5 \text{ l/u}$$

$$Q_{vn}^* = f_{vn} \cdot n \bar{Q}_v = q' \sqrt{nt'} + 4(n-1) \bar{Q}_v = 300 \sqrt{n \cdot 35} + 350(n-1) = 1775 \sqrt{n} + 350(n-1)$$

afgerond voor weidebedrijven van ca. 25 ha

$$Q_{vn}^* = 1800 \sqrt{n} + 350(n-1)$$

en algemeen

$$Q_v^* = 300 \sqrt{nt'} + 10(n-1)t'$$

Hoe staat het met het gelijktijdig gezamenlijk huishoudelijk verbruik en het verbruik door vee? Voor landbouwbedrijven kan de gegeven formule voor huishoudelijk bedrijfsverbruik worden toegepast. Voor veeteeltbedrijven is algemeen te stellen:

$$Q^* = aQ_{vn}^* + bQ_{hn}^*$$

waarbij a en b factoren zijn ≤ 1 . De hoogste waarde van Q benaderen wij hier door a en b achtereenvolgens 1 te stellen en de bijbehorende b respectievelijk a te ramen. DE VRIES (1949) neemt gelijktijdig met het maatgevend verbruik door vee ($a = 1$) voor 1 bedrijf een hoeveelheid van 700 l/u voor huishouding en spoelen samen. Dit blijkt overeen te komen met

$$b = \frac{700}{Q_{h1}^*} = \frac{700}{1700} = 0,41$$

Hoewel deze cijfers niet geheel recent meer zijn, is er geen reden om andere waarden aan te houden. Op het tijdstip van spitsverbruik door vee stellen wij dus het maatgevend totale verbruik

$$Q_n^* = Q_{vn}^* + 0,4 Q_{hn}^* \dots\dots\dots (1)$$

Het piekverbruik voor huishoudelijke doeleinden, valt in het algemeen niet samen met het piekverbruik door vee, ten hoogste zal dit samenvallen met aan- of aflooperperiode van dit piekverbruik. Het verbruik door vee is, naar blijkt uit waarnemingen van DE VRIES (1949) zeer sterk geconcentreerd

in de voederuren, 's morgens en 's avonds, terwijl voor de rest van het etmaal een zeer laag verbruik kan worden geconstateerd. Naast het maatgevend huishoudelijk verbruik ramen wij op grond van deze overwegingen een maximum verbruik door vee van $0,25 Q_{vn}^*$.

Totaal is dus hier maximaal:

$$Q_n^* = 0,25 Q_{vn}^* + Q_{hn}^* \quad (2)$$

Welke van de vergelijkingen (1) en (2) de hoogste uitkomst geeft hangt af van n en t' (aantal drinkbakken of stuks vee). Het is eenvoudig te berekenen dat voor $t' > 21$, (1) maatgevend is, voor $t' < 9$ is (2) maatgevend, daartussen is een en ander afhankelijk van t' en n . In het laatste geval maakt het voor de maatgevende hoeveelheden betrekkelijk weinig uit of men de ene of de andere formule kiest.

Voor ons voorbeeld veebedrijf van $t' = 35$ is dus aan te houden

$$Q_n^* = Q_{vn}^* + 0,4 Q_{hn}^* = (1800\sqrt{n} + 350(n-1)) + (670\sqrt{n} + 40(n-1)) = 2470\sqrt{n} + 390(n-1)$$

afgerond

$$\rightarrow Q_n^* = 2500\sqrt{n} + 400(n-1) \text{ l/u}$$

voor veebedrijven van ca. 25 ha.

In bijlage 6 zijn enkele met de voorgaande formules berekende maatgevende verbruikshoeveelheden opgenomen zowel voor landbouw als voor veebedrijven.

c. De druk in de waterleidingbuizen

Met betrekking tot de druk is het belangrijkste gegeven het beschikbare drukverval vanaf het aansluitpunt aan de hoofdleiding. In Nederland wordt doorgaans alseis gesteld dat de minimum druk in het leidingennet zodanig moet zijn dat bij het hoogstgelegen tappunt nog een overdruk is van 5 m waterkolom (LAFEBER, 1954). In de praktijk wordt de hier min of meer mee overeenkomende regel gehanteerd dat ter plaatse van de aftakking van de dienstleiding van de hoofdleiding de druk tenminste 15 m ~~wk~~ boven het maaiveld moet liggen.

De druk in de hoofdleiding kan naar plaats en tijd sterk variëren. Dichtbij een pompstation is deze hoger dan in de verst verwijderde netgedeelten. In het algemeen zal deze voor hoofdleidingen liggen tussen 25 à 30 tot 50 à 60 m wk. Uiteindelijk zal onderzoek ter plaatse moeten

uitwijzen welke druk als maatgevend minimum moet worden aangenomen. Voor de berekeningen is een toelaatbaar drukverlies aangehouden van 10 m wk, daarbij is overwogen dat veel agrarische gebieden vrij ver van de pompstations liggen. Indien de druk te veel dreigt terug te vallen staan de waterleidingbedrijven nog allerlei hulpmiddelen ten dienste om in te grijpen: bij plaatsen van pompen en reservoirs, tariefwijziging. Het zou ons echter te ver voeren om deze factoren in de volgende berekeningen te verwerken.

d. Bepaling van de leidingdoorsnede

Het verbruik en de toegelaten drukverliezen bepalen met de eigenschappen van het water en de buizen de leidingdoorsnede. Als eerste beperkende factor is hierbij van belang de snelheid van het water; deze hangt af van het verbruik en de buisdoorsnede. De snelheid dient enerzijds niet te klein te zijn om vervuiling van de buizen te voorkomen, anderzijds niet te groot, voornamelijk om drukstoten te vermijden; bovendien geven de hoge snelheden relatief zeer grote drukverliezen. In het algemeen liggen de wenselijke snelheden tussen 0,4 en 1,5 (2) m/sec.

De samenhang tussen stroomsnelheid, drukverlies, buisdoorsnede en buiswrijving kan in een formule worden weergegeven, waarvoor uit de vele die in omloop zijn de hydraulische het best verantwoorde formule van White/Colebrook is gekozen (HUISMAN, 1955). Voor buizen geldt daarbij:

$$z = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,083 \frac{\lambda L Q^2}{D^5}$$

$$\lambda = \frac{0,25}{\left\{ \log \left(\frac{1}{0,4 \operatorname{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7D} \right) \right\}^2}$$

waarbij z = verval in m

L = leidinglengte in m

D = leidingdiameter in m

$v = Q/F$ = gemiddelde snelheid in m/sec

Q = hoeveelheid doorstromend water in m³/sec

F = doorsnede leiding in m² ($F = 1/4 \pi D^2$)

g = versnelling van de zwaartekracht (9,81 m/sec²)

λ = coëfficiënt

$\operatorname{Re} =$ getal van Reynolds = $v \cdot D / \nu$

ν = viscositeitscoëfficiënt - van water van 0° is :

$\nu = 1,79 \times 10^{-6}$ m²/sec.

k = ruwheidsmaat van de wand, aangevende de diameter van ronde zandkorrels op een wand, met hetzelfde wrijvingsverlies.

De afleiding van deze formule is in de desbetreffende handboeken te vinden.

Voor verschillende waarden van k zijn grafieken in omloop, aangevende het verband tussen het verhang en de afvoer (HUISMAN, 1955). Voor nieuwe asbestcementbuizen ligt k tussen 0,02 en 0,05 mm, voor nieuwe buizen van kunststof tussen 0,01 en 0,02 mm. Voor buizen die reeds enige tijd in gebruik zijn, waarbij wellicht aangroeiing op de buiswand ontstaat, ligt k hoger. In dit rapport is aangehouden $k = 0,2$ mm.

De berekening van ingewikkelde netwerken komt bij dit onderzoek niet ter sprake, zodat met deze grondslagen wordt volstaan. Ook andere drukverliezen (bocht-, splitsings-, in- en uittreeverliezen) laten wij buiten beschouwing.

Uitgaande van de grafiek van Huisman met $k = 0,2$ mm is de figuur van Bijlage 7 getekend, waarin de vorenstaande gegevens zodanig zijn verwerkt dat op vrij eenvoudige wijze de gevraagde buisdoorsneden met bijbehorende eenheidsprijzen (zie volgende paragraaf) zijn te bepalen. Daarbij zij opgemerkt, dat bij een leiding gelegen langs een reeks van boerderijen de buisdoorsnede niet over de gehele lengte dezelfde behoeft te zijn. Door verschillende mogelijkheden te proberen, kan de goedkoopste oplossing worden gevonden.

e. Aanlegkosten

De kosten van de aanleg zijn opgebouwd uit de elementen: materiaal-prijzen, arbeidslonen en overige kosten (ontwerp, toezicht, na-calculatie e.d.). Voor de kleine doorsneden maken de materiaalprijzen 40 - 50% en voor de grotere 55 - 60% van de totale kosten uit (zie ook Bijl. 8).

Er moet bij de volgende eenheidsprijzen worden opgemerkt, dat regionale verschillen kunnen voorkomen, samenhangende met de topografie van de betrokken gebieden. Verder kunnen de prijzen variëren naarmate het project groter of kleiner is. Afwijkingen van de onderstaande gemiddelden tot ca. 20% zijn mogelijk. In deze bedragen is de loonsverhoging van 1963/64 doorberekend. Ook zijn daarin begrepen de kosten van normaal voorkomende kruisingen van sloten en dergelijke. Bijzondere of een uitzonderlijk groot aantal kruisingen moeten extra in de berekening worden opgevoerd.

De volgende eenheidsbedragen zijn aangehouden (voor de verantwoording zie Bijl. 8):

- buisdoorsnede 40 mm f 8,50 per m' 100 mm f 15,- per m'
- 50 " " 9,— " " 125 " " 18,- " "
- 63 " " 10,50 " " 150 " " 22,- " "
- 80 " " 12,50 " " 200 " " 29,- " "
- dienstleiding en watermeter f 200,- per aansluiting
- kruising van kanalen en grote wegen: f 500,- - f 2000,- per kruising

Tenslotte wordt doorgaans een bedrag vermeld voor het medegebruik van de bestaande uitrusting van de waterleidingbedrijven (transportleidingen, pompen, enz.). Voor deze post is het gebruikelijk een bedrag van f 180,- per aansluiting op te voeren (MELLEMA, 1963).

V. ELEKTRICITEIT

a. De belasting van het net

Evenals bij de bepaling van de diameter van waterleidingbuizen zijn enige groepen van factoren maatgevend voor de kabeldoorsnede, te weten de te verwachten hoogste gelijktijdige belasting en de eigenschappen van de kabels.

De uitvoerige beschouwingen in het vorige hoofdstuk over het verbruik van water gaan in grote lijnen ook op voor de belasting van het elektriciteitsnet. Op het theoretische aspect daarvan zal daarom op deze plaats niet verder worden ingegaan. Praktisch is echter bij de elektriciteitsvoorziening de maatgevende belasting nog moeilijker vast te stellen dan het maatgevend waterverbruik. Dit wordt veroorzaakt door de grote verschillen in de stroomvragende uitrusting, met name op de agrarische bedrijven en de voortdurende toeneming van het stroomverbruik (zie ook MÖLLINGER, 1958). Bij de berekening dienen dan ook marges in acht te worden genomen, om een zekere stijging van het piek uur-stroomverbruik zonder bijlegging van kabels mogelijk te maken. Bovendien is de maatgevende belasting sterk afhankelijk van het bedrijfstype. Deze grootte kan dan ook het best regionaal worden vastgesteld.

In Bijlage 9 is een overzicht gegeven van het vermogen van verschillende stroomvragende machines op agrarische bedrijven. Als men het bedrijfstype kent, de grootte ervan en een indruk heeft van het bouwplan kan met behulp van dit overzicht een raming worden gemaakt van de elektro-motorische uitrusting van de bedrijven en het te verwachten gelijktijdig opgenomen vermogen. Als voorbeeld is genomen een (veenkoloniaal) bedrijf van ca. 30 ha, met een verondersteld bouwplan van: 15 ha aardappelen, 3 ha bieten en 3 ha gras^{x)}. Op verzoek is hierbij door het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie te Wageningen een overzicht verstrekt van de mogelijk geïnstalleerde stroomvragende werktuigen en het seizoen van gebruik hiervan. Met de gegevens van Bijlage 9 is het maximaal gelijktijdig motorisch aangesloten vermogen van dit bedrijf bepaald.

^{x)} Voor tuinbouwbedrijven zie: Rapport Elektriciteitsvoorziening van het Platteland, Bijlage 2.

Voorbeeld van de bepaling van het maximaal te verwachten gelijktijdig op het laagspanningsnet aangesloten motorisch vermogen (P_b^*) voor een agrarisch bedrijf van ca. 30 ha met bekend bouwplan

W e r k t u i g e n	Periode van gebruik	gelijktijdig gevraagd nuttig vermogen in pk (zie bijl.9)
<u>Granen</u>		
transporteur voor stropakken	juli t/m sept.	2,0
ventilator voor beluchting van bewaarsilo's	juli t/m sept.	2,5
vijzel/transporteur voor aflevering van graan	juli t/m sept.	1,5
<u>Aardapp.</u>		
ventilator voor bewaarplaats	juli-augustus	2,0
sorteermachine	maart-april	-
<u>Bieten</u>		
geen		-
<u>Gras</u>		
weide afrastering	mei-november	.
transporteur voor hooi	juni-juli	.
stofzuiger/scheerapparaat voor vee	november-mei	-
	Totaal ruim	8,0

Per pk (0,736 kW) nuttig motor vermogen wordt van het elektriciteitsnet opgenomen een vermogen van 0,9 kW; de rendementsfactor van op de boerderijen gebruikelijke motoren bedraagt namelijk 75-85%, toenemend van kleine naar grote motoren, dus per pk $\frac{0,736}{0,8} = 0,9$ kW. Voor het voorbeeld is dus $8 \times 0,9 = 7$ kW vereist.

Aldus is dit voor verschillende bedrijfstypen uit te werken. Bovendien moet nog rekening worden gehouden met het verbruik voor huishoudelijke apparatuur en licht. In Bijlage 10 is onder meer in overleg met de Afdeling Landbouwhuishoudkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen een overzicht gegeven van de elektrische toestellen die in een huishouding kunnen voor-

komen en de voorziening van licht. Hierop aansluitend is in Bijlage 11 een raming gemaakt van het maatgevend te verwachten geïnstalleerde en het gelijktijdig aangesloten vermogen. Deze becijferingen hebben het volgende resultaat gehad:

Maatgevend aangesloten vermogen:

Kleine bedrijven: huishoudelijke toestellen + licht $P_h^* = 6000 \text{ W}$

Grote bedrijven: huishoudelijke toestellen + licht $P_h^* = 7500 \text{ W}$

In het algemeen zullen deze maxima onderling niet samenvallen met het maximaal verbruik door bedrijfsmotoren. Het maatgevend totale aangesloten vermogen voor 1 bedrijf kan in formule worden voorgesteld door:

$$P^* = aP_b^* + bP_h^*$$

waarbij a, en b gelijktijdigheidsfactoren zijn ≤ 1 .

Bij het analoge vraagstuk van de watervoorziening kon het hoogste waterverbruik Q^* slechts worden benaderd. Ook hier kan de grootste waarde van P^* slechts bij benadering worden bepaald. Voor het eerdergenoemde landbouwbedrijf van 30 ha is aangenomen dat $a = 1$, $b = 0,5$ en $P_b^* = 7 \text{ kVA}$, $P_h^* = 6000 \text{ W}$ (zomermaanden), dus $P_1^* = 7 + 0,5 \cdot 6 = 10 \text{ kW}$

Analoog aan de berekening van het maatgevende waterverbruik voor een gering aantal aansluitingen (n) is het maatgevende gelijktijdig aangesloten elektrisch vermogen berekend. Voor het waterverbruik was afgeleid een formule van de vorm

$$Q_n^* = Q_1^* \sqrt{n} + c(n-1)$$

Met betrekking tot de elektriciteitsbelasting komt Q_n^* overeen met P_n , dus $P_n^* = P_1^* \sqrt{n} + c(n-1)$. Bij de watervoorziening is c voor huishoudelijk verbruik constant genomen, voor drinkwaterverbruik door vee is c afhankelijk gesteld van de veebezetting. In de formule voor P_n^* zal c eveneens variabel moeten zijn, aansluitend bij het geïnstalleerd elektrisch vermogen. Behalve c zal ook P_1 groter zijn naarmate een groter vermogen is geïnstalleerd. Er kan dus worden gesteld dat c een functie is van P_1^* . Hoe dit verband zou kunnen zijn valt uit de beschikbare gegevens slechts zeer globaal af te leiden. Door RUDE (1958) wordt

voor een bedrijf van ca. 12 ha een vereist vermogen geraamd van 10 kW, dus $P_1^* = 10$, en 'nach unserer Erfahrung' moet dan volgens hem voor 5 bedrijven een vermogen van 35 kW beschikbaar zijn, dus $P_5^* = 35$. Indien wij een verband tussen c en P_1^* aannemen in de vorm van $c = (P_1^*)^x$, volgt met gebruikmaking van de cijfers van RUDE:

$$35 = 10 \sqrt[5]{5} + 10^x(5-1) \rightarrow x = 1/2$$

Hieruit zou volgen:

$$P_n^* = P_1^* \sqrt[n]{n} + \sqrt[n]{P_1^*}(n-1)$$

Andere cijfers, met name die welke door BAGGERMAN (1956) voor de elektrificatie van de Noordoostpolder zijn genoemd, wekken de indruk dat $c = \sqrt[n]{P_1^*}$ aan de hoge kant ligt. Voor de berekening is daarom gekozen $c = \frac{1}{2} \sqrt[n]{P_1^*}$, dus

$$P_n^* = P_1^* \sqrt[n]{n} + \frac{1}{2} \sqrt[n]{P_1^*}(n-1)$$

Deze vergelijking is voor verder gebruik acceptabel. Bij agrarische bedrijven is namelijk een grote mate van gelijktijdigheid bij de piekbelasting te verwachten - denk aan seizoenwerkzaamheden en gelijke dagindeling - zodat ten opzichte van P_1^* de waarde van de factor c vrij hoog zal zijn. Dat deze factor minder dan recht evenredig met P_1^* toeneemt is te verwachten; het gelijktijdig gebruik van verschillende machines en apparaten is om redenen van bediening beperkt. Een in de tijd gezien grotere belastingsspreiding is dan meetstal het gevolg (zie KRUGER, 1958).

Indien voor 1 bedrijf de maatgevende belasting P_1^* is gecijferd op achtereenvolgens 10, 15, 20, 25 kW is P_n volgens de voorgaande formule (afgerond):

$$\begin{aligned} P_n^* &= 10 \sqrt[n]{n} + 1,5(n-1) \\ &15 \sqrt[n]{n} + 2,0(n-1) \\ &20 \sqrt[n]{n} + 2,25(n-1) \\ &25 \sqrt[n]{n} + 2,5(n-1) \text{ enz.} \end{aligned}$$

Grafisch zijn deze formules weergegeven in Bijlage 12. Nadrukkelijk zij hierbij vermeld, dat deze formules zoals uit de afleiding reeds blijkt, niet meer dan werkhypothesen zijn.

In verband met de maatgevende belasting is mede van belang het toelaatbare spanningsverlies. Spanningen lager dan de nominale spanning leiden tot minder licht (1% spanningsdaling geeft ongeveer 4% lichtvermindering) en een geringer rendement van de aangesloten motoren en toestellen.

Het is gebruikelijk bij het ontwerpen van netten een spanningsverlies in het net toe te laten van 5%. Dit percentage - dat uiteindelijk geen absolute grens is - dient normaliter niet te worden overschreden; voor licht is dit spanningsverlies reeds aan de lage kant. De soms daarom toegepaste scheiding tussen het licht- en het krachtnet blijft hier echter buiten beschouwing.

In de literatuur wordt opgemerkt dat in het algemeen verliezen van 5% reeds oneconomisch zijn. Uit het oogpunt van bedrijfsvoering en rendement van de motoren komt men dikwijls tot een lager verliespercentage (bijv. 2-3%), hetgeen resulteert in de aanleg van een leiding met een grotere dan de vereiste diameter (zie PALM, 1961). Voor de belastingen van korte duur in het agrarisch bedrijf is deze factor evenwel van te geringe betekenis om grotere kabeldoorsneden rendabel te doen zijn.

b. Bepaling van de kabeldoorsnede

De elektriciteitsnetten zijn in het algemeen uitgevoerd als draaistroomnetten. Een draaistroom is een samenstel van drie wisselstromen met onderlinge faseverschuiving van 120° . In het laagspanningsnet komt men meestal het type tegen waarbij de fasewikkelingen van de transformator (het beginpunt van de laagspanningsleiding) in een ster zijn geschakeld (zie Bijl. 13). Door drie leidingen gaat de stroom I_l (lijnstroom) waarbij $I_l = I_f^x$, I_f = fasestroom. Naar het middelpunt van de sterschakeling gaat meestal een vierde leiding, de zogenaamde nulleider, zo genoemd omdat deze in het algemeen geen stroom voert; men noemt dit een vierleidingennet. Naast de stroom heeft men te maken met de spanningen E . De spanningen tussen de fase en de nullijn zijn de fasespanningen (bijv. E_{f1} (ook wel sterspanning genoemd), tussen de lijnen (bijv. E_{l1}) de lijn-, net- of driehoekspanningen.

In de praktijk zijn de overeenkomstige spanningen en stroomsterkten

^{x)} De hoofdletter geeft aan dat met de effectieve waarden van de stroomsterkte wordt gerekend.

nagenoeg gelijk, omdat men probeert de fasen even zwaar te belasten.

Voor dit systeem gelden de volgende verbanden:

$$E_1 = E_f \sqrt{3} \text{ en } I_1 = I_f$$

Vrijwel overal in Nederland treft men thans aan $E_f = 220$ volt en $E_1 = 220 \sqrt{3} = 380$ volt (aanduiding: 220/380 V). Op de fasespanning zijn de huishoudelijke apparaten, licht en zeer lichte motoren aangesloten, op de lijnspanning de zwaardere bedrijfsmotoren (dit is de zogenoemde krachtstroom).

Het door dit systeem geleverde vermogen wordt weergegeven door de formule:

$$P = EI \cos \varphi \sqrt{3} \quad (\text{zie Bijl.13})$$

waarbij P = aangesloten vermogen in W (watts) of VA (voltampère)

E = lijnspanning in volts (hier 380 V)

I = stroomsterkte in ampères

φ = faseverschuiving tussen I en E , ook arbeidsfactor genoemd;
voor licht- en verwarmingsapparatuur is $\cos \varphi = 1$ voor motoren ca. 0,8, door condensatoren op te voeren tot 0,9.

Voor de theoretische achtergronden van deze formules wordt verwezen naar de desbetreffende handboeken (bijv. DRENTHEEN en DE KONING, 1948 of LUDOLPH en MESRITZ, 1959).

De volgende benodigde gegevens zijn het spanningsverlies en de warmte-ontwikkeling in de kabels, beide zijn mede maatgevend voor de kabeldoorsnede en de projectering van de transformatorstations. Voor het spanningsverlies geldt de formule (met verwaarlozing van de leiding-reactantie) ten opzichte van de fasespanningen:

$$e_f = I_1 R_1 \cos \varphi$$

ten opzichte van de lijnspanning:

$$e_1 = I_1 R_1 \cos \varphi \sqrt{3}$$

waarbij e = het spanningsverlies in volts

R_1 = weerstand in één leiding in Ω

Voor de weerstanden kunnen de volgende waarden worden aangehouden (normblad N 693) ($R = r \times l$) waarin l = lengte van de leiding in km:

doorsnede	10	16	25	35	50	70	95	mm ²
maximum r	1,80	1,12	0,72	0,51	0,36	0,26	0,19	Ω/km

Met behulp van eerder vermelde formules valt nu af te leiden:

$$e_1 = I_1 R_1 \cos \varphi \sqrt{3} = \frac{P}{E_1 \cos \varphi \sqrt{3}} \cdot R_1 \cos \varphi \sqrt{3}$$

$$e_1 = \frac{P R_1}{E_1} = \frac{P \cdot r \cdot l}{380} \text{ Volt} = \frac{P \cdot r \cdot l}{0,38} \text{ kV} \quad (P \text{ in kW en } l \text{ in km})$$

Het maatgevend spanningsverlies is:

$$e_1^* = 5\% \text{ van } 380 \text{ V} = 19 \text{ V} \approx \underline{20 \text{ V}}$$

De warmte-ontwikkeling in een kabel is evenredig met $I^2 r$. Te grote warmte-ontwikkeling is niet toegestaan, vandaar dat ook de stroomsterkte en het aangesloten vermogen beperkt zijn. Meestal is bij het netontwerp niet de warmte-ontwikkeling maar het spanningsverlies maatgevend.

In Bijlage 14 zijn de voorgaande gegevens verwerkt. Bij een bekend aangesloten vermogen, een gegeven toelaatbaar spanningsverlies en de lengte van de kabel kan de vereiste kabeldoorsnede worden gevonden. Of men kan, uitgaande van het vermogen en de kabeldoorsnede het spanningsverlies vinden. De figuur is analoog aan de figuur van Bijlage 7 (bepaling van de diameter van waterleidingbuizen) er kon hier evenwel gebruik worden gemaakt van lineaire schaalverdelingen.

Voor de dimensionering van de aan te leggen hoogspanningskabels zijn de voorgaande gegevens niet voldoende. Aangezien het hoogspanningsnet een veel groter territorium raakt dan een ruilverkavelingsgebied zal op dit aspect niet uitgebreid worden ingegaan. Afhankelijk van de lengte van de gevraagde kabel en het aantal aan te sluiten bedrijven zal in een ruilverkavelingsgebied met een hoogspanningskabel van 3 x 16 of 3 x 25 mm doorsnede kunnen worden volstaan voor aansluiting aan het bestaande hoogspanningsnet.

c. Aanlegkosten

In Bijlage 15 zijn de basisbedragen berekend voor de raming van de kosten van de aanleg van elektriciteitsleidingen. Deze kosten gelden voor kabels van de zogenoemde lichte constructie, het type dat algemeen wordt gebruikt. Kabels van een speciale constructie voor een groot of

bijzonder project kunnen goedkoper zijn; die van het type 'zware constructie' bijvoorbeeld voor de kruising van een groot scheepvaartkanaal zijn tenminste 5% duurder dan de hierna volgende basisbedragen. De onderstaande prijzen zijn uiteraard gemiddelden. Plaatselijke omstandigheden, de grootte van het project, fluctuaties in prijzen en lonen kunnen niet te verwaarlozen afwijkingen geven.

Basiscijfers voor kostenbegrotingen ten behoeve van de aanleg van elektriciteitsleidingen in ruilverkavelingsgebieden (zie Bijlage 15)

<u>Laagspanningskabels</u> doorsnede + hulpdraden in mm ²	<u>Totale kosten per m' in guldens</u>	
	met hulpdraden voor straatver- lichting of aan- sluiting van meetapparatuur	zonder hulpdraden
*) 4 x 10 + 4 x 1	9,50	8,75
4 x 16 + 4 x 2,5	11,50	10,50
4 x 25 + 4 x 2,5	14,50	13,25
4 x 35 + 4 x 2,5	17,50	16,25
4 x 50 + 4 x 2,5	21,50	20,50
4 x 70 + 4 x 2,5	26,00	25,00

<u>Hoogspanningskabels</u>		
3 x 16		13,00
3 x 25		14,00
3 x 35		16,25
3 x 50		20,00
3 x 70		24,00

*) 4 x 10 wil zeggen: 4 leidingen (dradenbundels) met afzonderlijke doorsneden van 10 mm²

Onder de nog niet genoemde kosten vallen in de eerste plaats de kosten van transformatorstations. Deze kosten kunnen zeer sterk verschillen. Als minimum eis wordt tegenwoordig meestal gesteld dat een transformatorstation ruimte moet bieden voor transformatoren tot 150 kVA. Indien een lager vermogen wordt geïnstalleerd moet er dus ruimte zijn voor uitbrei-

ding. Voor een raming van de kosten kunnen de volgende bedragen worden gehanteerd:

- Gebouw: f 7000,- tot f 8000,-
- Inrichting transformatoren, hoogspannings- en laagspanningsinrichting met uitbreidingsmogelijkheden;
 - 50 kVA f 7 000,- tot f 10 000,-
 - 100 kVA " 12 000,- " " 15 000,-
 - 150 kVA " 15 000,- " " 19 000,- enz.
- Uitbreiding van een bestaand station voor de aansluiting van een nieuwe kabel f 2000,- tot f 3000,-.

Extra moeten in rekening worden gebracht de boven de normale aanlegkosten uit te geven bedragen voor de volgende werken:

- kruising groot scheepvaartkanaal f 30,- tot f 40,-/m'
- scheepvaartkanaal breder dan 8 m " 25,- " " 30,- "
- tochten en vaarten tussen 2 en 8 m breed " 20,-/m
- wegen, spoor- en tramwegen " 3,- "

Daarbij kan voor de breedte van waterwegen worden genomen de waterbreedte plus 2 m talud.

Tenslotte kunnen de aansluitingskosten van een bedrijf, mits dit niet verder dan ca. 50 m van de kabel ligt op f 400,- tot f 500,- worden gesteld. Algemeen, bij gebruik van kabels van 4 Ø 10 of van 4 Ø 16, kan ca. f 10,- per m' worden gerekend.

VI. TELEFOON

a. Het telefoongebruik

Anders dan bij waterleiding en elektriciteit is het 'verbruik' niet van invloed op het lokale kabelnet. Immers, elke aangeslotene is via een afzonderlijke leiding verbonden met de centrale. Wel is dit van invloed op de vereiste capaciteit van de centrales en de verbindingen tussen deze centrales: het interlokale kabelnet. Het laatste valt in zoverre binnen ons studieterrein dat dit kan worden gerekend tot de bestaande uitrusting waarvan mede gebruik wordt gemaakt bij nieuwe aansluitingen.

Ook in het telefoonverkeer treden pieken op. Per type van gebied verschillen deze en varieert ook het aantal (interlokale) gesprekken per aangeslotene. Deze aspecten zijn vooral van invloed op de vereiste capaciteit van de interlokale en centrale voorzieningen. Over meer concrete gegevens hierover kon echter nog niet worden beschikt.

b. Bepaling van de kabeldoorsnede

Het berekenen van de kabeldoorsnede levert weinig moeilijkheden op: in principe bestaat de kabel uit n dubbelraden, waarbij n het aantal te verwachten aangeslotenen is.

Voor de doorsnede van elke afzonderlijke geleider zijn de toelaatbare demping van het geluid en de weerstand (P.T.T. 196). Beide zijn recht evenredig met de lengte en omgekeerd evenredig met de doorsnede van de draad. Voor de toegelaten geluidsdemping en de weerstand worden door de P.T.T. bepaalde normen gehanteerd. De normaal gebruikte geleiderdiameter voor lokale netten van 0,5 mm voldoet tot 5 km zowel aan de weerstandseis als aan de dempingseis. Aangezien deze afstand ook in agrarische gebieden doorgaans niet wordt overschreden worden ook daar geleiders van 0,5 mm gebruikt. In bijzondere omstandigheden en grotere afstanden worden andere doorsneden toegepast of speciale maatregelen genomen (zie P.T.T. 196).

De geleiders worden gebundeld in kabels, die men verdeelt in voedingskabels en aftakkabels, de laatste voor de aansluiting der woningen of bedrijven (Bijl. 16).

De geleiders worden gebundeld tot totaal 2, 4, 20, dubbeldraden, aanduiding: 1 x 4 x 0,5 (d.i. $4 : 2 = 2$ dubbeldraden), 4 x 2 x 0,5, 20 x 4 x 0,5, ... of in tekeningen 2", 4", 20", 30", 40", 60", 80", 100", 120", 160", 200", 300". Dit zijn tevens de gangbare kabeldoorsneden. Slechts kabels van kleine capaciteit worden als aftakkabel gebruikt, dit zijn de kabels van 40", 30", 20" en 4".

In het genoemde handboek van de P.T.T. worden diverse voorbeelden genoemd over de keuze van de doorsnede van de aftakkabels in samenhang met het type van het netgedeelte: uitloper of ring. Bij lintbebouwing is de uitloper gebruikelijk, bij de voor ons minder relevante blokbebouwing een ring om het blok, indien de te verwachten telefoondichtheid onzeker is. Indien echter ook bij blokken het aantal aansluitingen ongeveer vastligt verdient ook daar het uitlopersysteem de voorkeur omdat het goedkoper is. In de ruilverkavelingsgebieden, waarbij wij uitgaan van een 100% aansluiting, past, dus, onafhankelijk van de verkavelingsvorm en plaatsing van de bedrijven, het uitlopersysteem of vertakt net.

De capaciteit van een voedingskabel wordt gelijk genomen aan de som van de aangesloten aftakkabels, met dien verstande dat zonodig de eerstvolgende hogere capaciteit van een genormaliseerde kabel wordt gekozen: zie de getekende oplossingen in Bijlage 16.

c. Aanlegkosten

Cijfers over de aanlegkosten van telefoon in ruilverkavelingen zijn nog niet beschikbaar. Onderstaande prijzen hebben dan ook, meer nog dan die voor de waterleiding en elektriciteit, een globaal karakter en dienen slechts in het kader van deze studie voor vergelijkende kostenberekeningen. In de praktijk kunnen derhalve relatief grote afwijkingen van deze bedragen voorkomen. Deze eenheidsprijzen zijn afgemeten aan de aanlegkosten van elektriciteitskabels. Verder is in rekening gebracht dat de kabels met een doorsnede tot en met 30" (polyaethyleen kabels) naar verhouding goedkoper zijn dan die van 40" en groter (gepantserd met papier-lucht isolatie).

Doorsnede	Aantal dubb.dr.	Totale kosten in f/m'	Gebruik
1 x 4 x 0,5	2"	2,50	invoer- of huisaansluitingskabel
4 x 2 x 0,5	4"	2,75	idem, en laatste gedeelte uitloper \leq 500 m
10 x 4 x 0,5	20"	3,75	aftakkabel
15 x 4 x 0,5	30"	4,25	idem

20 x 4 x 0,5	40"	5,25	aftakkabel en voedingskabel
30 x 4 x 0,5	60"	6,50	voedingskabel
40 x 4 x 0,5	80"	7,50	idem
50 x 4 x 0,5	100"	8,50	idem
60 x 4 x 0,5	120"	9,50	idem
80 x 4 x 0,5	160"	11,25	idem
100 x 4 x 0,5	200"	13,25	idem
120 x 4 x 0,5	240"	15,--	idem
150 x 4 x 0,5	300"	17,50	idem

Voor de extra-kosten bij de kruising van grote waterlopen en wegen kunnen de voor elektriciteitskabels gegeven bedragen worden gehanteerd.

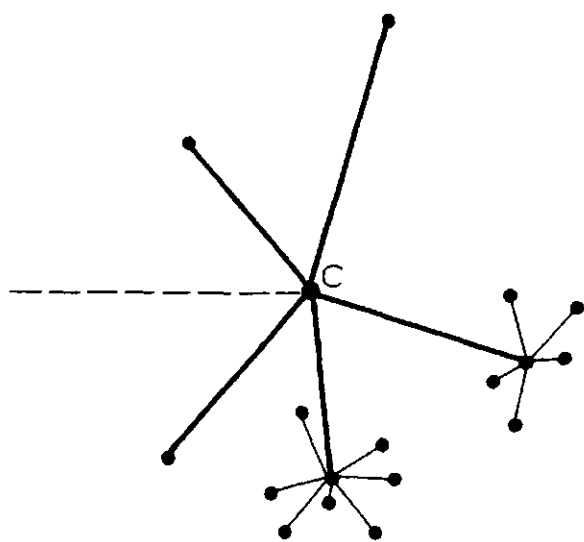
Voorts moet worden gerekend op een extra bedrag voor uitbreiding van de bestaande centrale en interlokale voorzieningen, dat is gesteld op f 1000,- per aansluiting. Dit bedrag moge op het eerste gezicht hoog lijken, doch men dient te bedenken dat op het ogenblik de meeste telefooncentrales in Nederland geen uitbreiding meer toelaten, zodat het gros van de nieuwe aansluitingen niet zonder uitbreiding van de centrales en de interlokale netten tot stand kan komen.

LITERATUUR

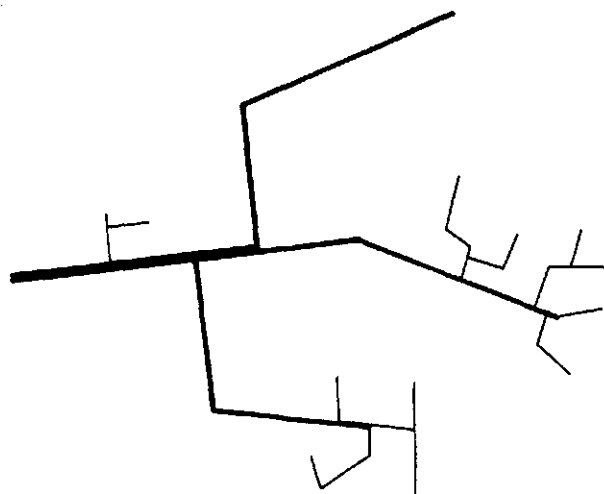
- BAART DE LA FAILLE, H.T., 1960 - De toepassing van electriciteit in de woning, 6e dr. Arnhem
- BABBITT, H.E. and J.J.DOLAND, 1955 - Water supply engineering, New-York
- BAGGERMAN, R., 1956 - De elektrificatie van de Noordoostpolder. Electro-techniek 34, 10: 205-211
- BOGUE, S.H., 1963 - Trends in water use. Journal American Water Works Association 55, 5: 548-554
- BOELHOUWER, M., 1954 - Systeem en uitrusting van transportleidingen en distributienetten. 6e Vacantiecursus Drinkwatervoorziening, 91-108
- BOONE, R., 1954 - Berekening van transportleiding en distributienetten. 6e Vacantiecursus Drinkwatervoorziening, 31-50
- COMMISSIE Electriciteitsvoorziening Platteland, 1957 - Rapport Electriciteitsvoorziening van het platteland
- DRENTHEN, H. en K.DE KONING, 1949 - Licht- en krachtinstallaties, dl.B 2e dr. Haarlem
- DRINKWATERVOORZIENING in de Belgische landbouw, De, 1963 - Landbouwtijdschrift 16, 1: 127-133
- ELEKTRISCHE Haushaltgeräte, 1963 - Konsument 4: 24-27
- GAAIKEMA, P.E., 1951 - Waterwinning en waterzuivering Technische Vraagbaak, dl.W, Deventer/Djakarta: 379-407
- HENDERSON, A.D., 1962 - How to manage small water systems.
Part I. Estimating water demand, Water Works Engineering 115, 1: 40-42
Part II. Computing the factors which will affect water consumption id. 2: 118-119
- HONNENS, M., 1956 - Planungen und Erfahrungen in Überlandnetzen, in Fragen der elektrischen Energieverteilung, Berlin
- HUISMAN, L., 1955 - Stromingsweerstand in buisleidingen, K.I.W.A. Meded. no. 14, 's-Gravenhage
- HUSTINX, H.A.L.M., 1956 - Enkele technische en economische aspecten bij de projectering en instandhouding van middelspanningsdistributienetten. Electro-techniek 34, 6: 121-128

- KALFF, L.C., 1956 - De electriciteit in de woning, *Electro-techniek* 34, 2: 34-36
- KELLER, R., 1952 - Untersuchungen über den gewerblichen Wasserbedarf in der Bundesrepublik Deutschland, Remagen
- KRÜGER, K., 1958 - Fragen der Elektrizitätsversorgung bei der ländlichen Siedlung, *Elektrizität*, 8, 6:145-147
- KUMMER, S., 1962 - Planung von Elektroanlagen in Haus und Hof - ein Planungsbeispiel, Bauen auf dem Lande, Sonderheft 4: Electro-Installation in Wohnhaus und Wirtschaftsgebäuden, 37-41
- LAFFEBER, A.L., 1954 - Berekening van dienst- en binnenleidingen, 6e Vacantiecursus Drinkwatervoorziening, 51-70
- LOESENER, I., 1962 - Sorgfältig planen bringt Gewinn, Bauen auf dem Lande, Sonderheft 4: Electro-Installation in Wohnhaus und Wirtschaftsgebäuden, 4-12
- LUDOLPH, G.L. en A.D.MESRITZ, 1959 - Elektriciteitsleer, 4e dr., Haarlem
- MANUAL of British Water Supply Practice, 1950 - London
- MELLEMA, P.G.M., 1963 - De laatste loodjes, super onrendabele aansluitingen op het waterleidingnet, *Cultuurtechniek* 1, 1:18-22
- MOLLINGER, U., 1958 - Erfahrungen bei der Elektrizitätsversorgung von Aussiedlungen in Nordhessen, *Elektrizität*, 8, 6:147-150
- NEDERLANDS Normalisatie Instituut, Normblad NEN 1058
- PALM, G.M.W., 1961 - Enkele richtlijnen bij het projecteren van leidingen in laagspanningsinstallaties, *Polytechnisch Tijdschrift* ed. E: 44E-47E, 61e-67e, 97e-103e, 145e-150e
- P.T.T. , z.j. - (losbladig), Telefoonkabels, 's-Gravenhage
- RIEMER, G, P.W.BAKKER ARKEMA en L.H.HUISMAN, 1961 - Handboek voor landbouwwerktuigen en trekkers, dl. II, Zwolle
- RUDE, M., 1958 - Erfahrungen bei der Elektrizitätsversorgung von Aussiedlungshöfen in Württemberg, *Elektrizität* 8, 6: 150-152
- RURAL and Village Electrification, 1945 - Washington
- VRIES, A.DE, 1949 - De drinkwatervoorziening voor het veehoudersbedrijf, *Water* 33, 24: 263-268 en 25: 273-276
- WENZEL, H., 1960 - Verteilung des Wassers, Leipzig
- WOLFF, J.B., 1957 - Forecasting Residential Requirements, *Journal American Water Works Association*, 49, 3:225-235

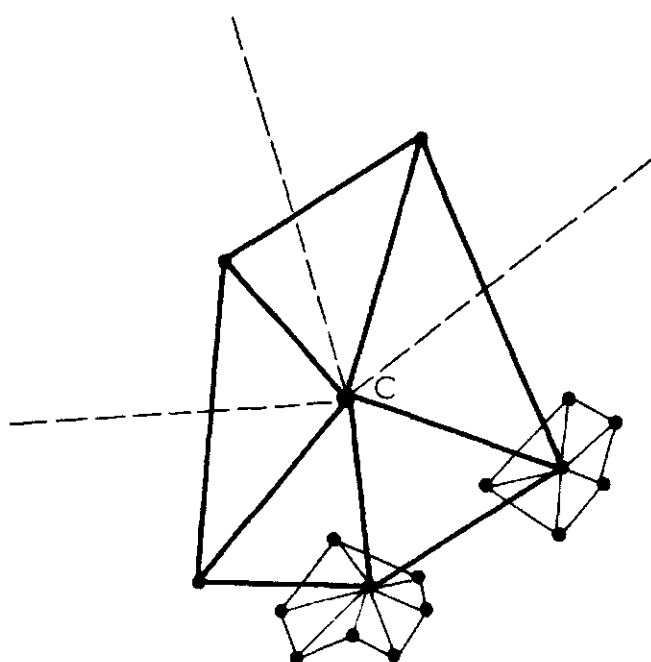
STRUCTUREN VAN NETTEN VAN OPENBARE NUTSVORZIENINGEN



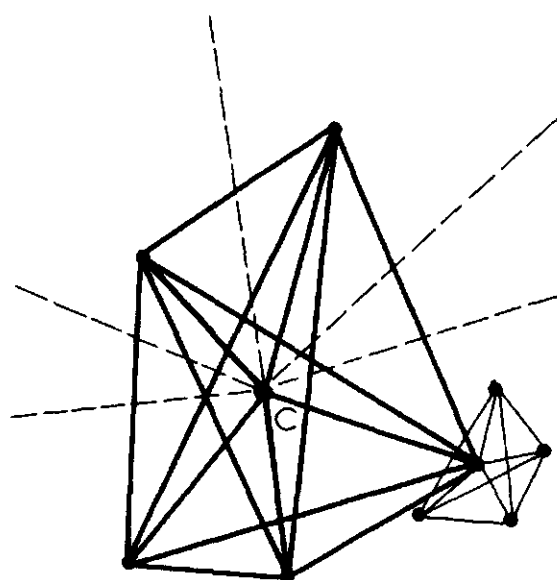
stervormig net
(tel. electr.)



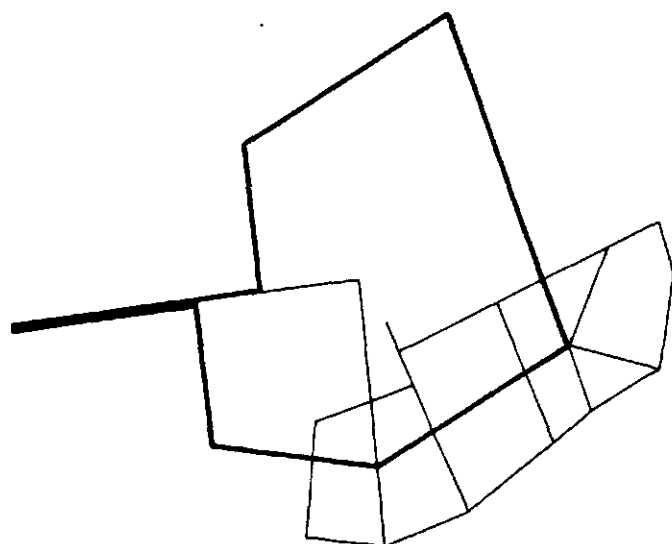
vertakt net
(tel. electr. water)



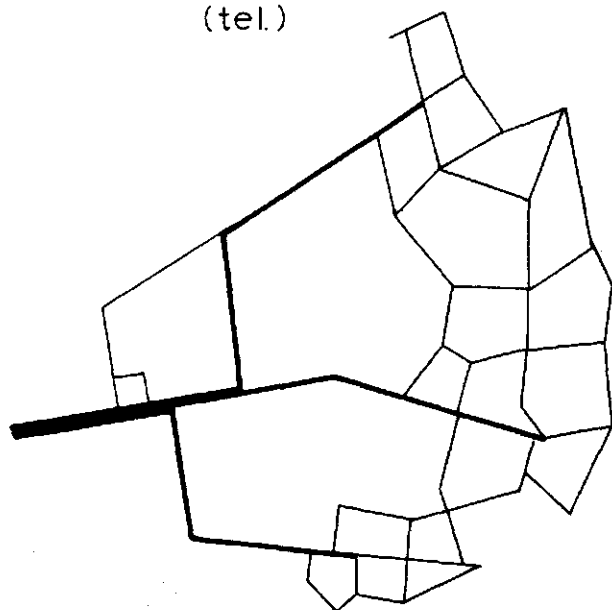
sectorvormig net
(tel.)



mazenvormig net
(tel.)

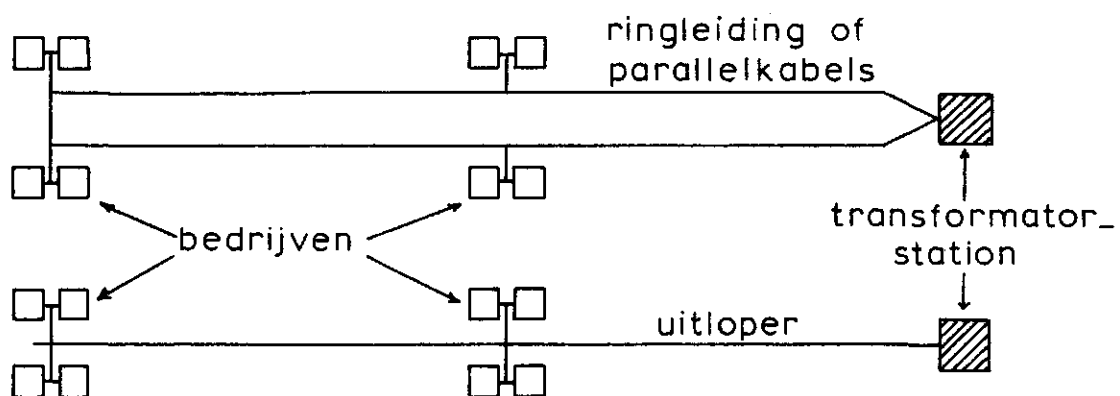


ringnet
(water)

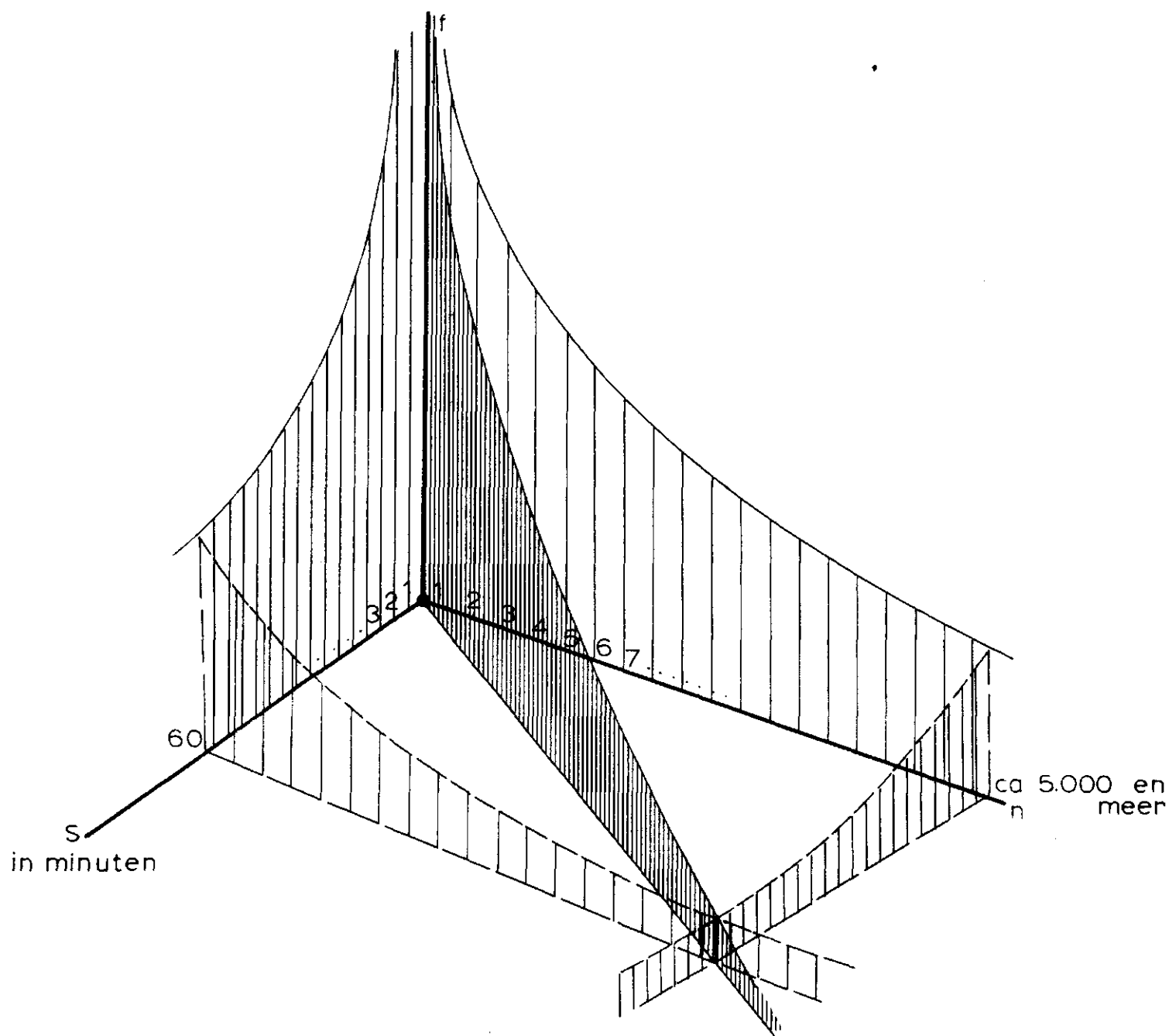


omloopnet, in onderdelen
mazenvormig (water)

AANSLUITING VAN BOERDERIJEN OP HET HOOGSPAN- NINGSNET



DE VERHOUDING PIEKVERBRUIK/GEMIDDELD WATERVERBRUIK



$$f = \frac{\text{piekverbruik}}{\text{gemiddeld waterverbruik}}$$

n = aantal aansluitingen

S = duur van het piekverbruik

naarmate n groter is wordt de maatgevende duur van S groter

Het maatgevend drinkwaterverbruik in grote netgedeelten

Gegevens over het gemiddelde verbruik in liters per
etmaal per hoofd der bevolking of per stuks vee

Land → bron no. →	Nederland		België		Duitsland		USA
	1	2	3	4	5	6	7
personen	50-90	.	70-100		50-80	60-150	135
melkkoeien		60		40-60			70
ov.runderen + paarden	40-60	40	60-70	45-50	50-80	35-40	45
jong rundvee		30		15		.	.
varkens		20		15			20-25
schapen } kleinvee	10-30	10	10-20	7	15-20	12	10-15
geiten }		8		4-5			.
kippen	.	.	.	0,25-0,50	.	.	0,1-0,2
ganzen	0,3-0,35

- Bronnen: 1. GAAIKEMA 1951, pag. 380-381
 2. DE VRIES 1949, pag. 264
 3. BOONE 1954, pag. 44
 4. LANDBOUWKUNDIG Tijdschrift 1963, pag. 128-129
 5. WENZEL 1960, pag. 35 e.v.
 6. KELLER 1952,
 7. McCOLLY and MARTIN 1955, pag. 267
 8. LAFEBER 1954, pag. 54
 9. GURCK 1960, pag. 165-168
 10. BABBITT and DOLAND 1955, pag. 44
 11. HENDERSON 1962, pag. 41

In dit rapport is, na overleg met het Rijksinstituut voor Drinkwater-voorziening, voor personen een gemiddeld verbruik aangehouden van 150 l per etmaal = 6,3 l/u per persoon. Voor vee zijn de gegevens van DE VRIES (1949) gehanteerd.

Van het maximum uurverbruik, maatgevend voor het ontwerpen van grote leidingnetten kan uit bovenstaande bronnen het volgende worden afgeleid:

- Nederland (GAAIKEMA) 6-8,5% van het hoogste etmaalverbruik, dit is 8-14% van het gemiddelde etmaalverbruik
- Nederland (LAFEBER) voor personen 10-15% van het gemiddelde etmaalverbruik
- Duitsland (WENZEL) personen 12-20%, en vee 16-25% van het gemiddelde etmaalverbruik

Het gemiddeld uurverbruik is $\frac{100\%}{24} = 4,16\%$ van het gemiddeld etmaalverbruik. Hiermede kan de verhouding $f = \frac{\text{maatgevend}}{\text{gemiddeld}}$ uurverbruik worden bepaald: Nederland (1) $f = \frac{8-14}{4,16} = 2,0-3,5$

Nederland (8)	$f = 2,5-3,5$ (personen)
Nederland (9)	$f = 2,25-2,5$ (gegeven voor huish. verbruik)
België (3)	$f = 3,0-3,5$ (gegeven)
Duitsland (5)	$f = 3,0-3,5$ (personen)
	$f = 4,0-6,0$ (vee)
Duitsland (6)	$f = 4,0-5,0$ tot 11,0 (bad)
USA (10)	$f = 3-4$ (voor plaatsen < 100 000 inwoners)
USA (11)	$f = 4-10$

Uit gegevens van WOLFF (1957 - USA) blijkt, dat het soort van nederzetting zeer belangrijk is voor het piekverbruik. De factor f bedraagt volgens deze gegevens 5 à 6 in oude wijken met kleine percelen tot 15 in wijken met grote percelen.

Voor de Nederlandse omstandigheden houden wij aan voor huishoudelijk verbruik $f_h = 3$ en door vee $f_v = 4$.

Dat de verhouding voor vee hoger is genomen dan voor het huishoudelijk verbruik is gedaan op grond van gegevens van WENZEL (1960) en DE VRIES (1949).

Een formule voor het maatgevend drinkwaterverbruik door vee

Met betrekking tot het drinkwaterverbruik door vee is in het rapport (par.IV-b) de volgende formule afgeleid:

$$Q_{vn}^* = 300 \sqrt{nt'} + 10(n-1)t'$$

waarbij Q_{vn}^* = maatgevend verbruik op n bedrijven

t' = aantal tappunten bij 1 drinkbak per stuks grootvee of
3/4 x het aantal stuks grootvee bij 2 drinkbakken per
stuks grootvee

De bruikbaarheid van deze formule is getoetst aan gegevens van DE VRIES (1949), die de tapdichtheid, op grond van waarneming en ervaring, stelt op 20 à 25% voor behoorlijk grote stallen en

30 à 50% voor kleine stallen.

Voor een stal met 22 koeien en 1 drinkbak per koe berekent DE VRIES als spitsverbruik voor vee 20% van $22 \times 300 \text{ l/u} = 1320 \text{ l/u}$.

Voor dit geval is in bovenstaande formule $n = 1$, $t' = 22$. Q_v^* wordt dan $300 \sqrt{22} = 1405 \text{ l/u}$, overeenkomend met een tapdichtheid van $\frac{1405}{22 \times 300} \times 100\% = 21,5\%$. Voor een kleine stal: met $t' = 10$ is $Q_v^* = 300 \sqrt{10} = 950 \text{ l/u}$; de tapdichtheid is dan 32%.

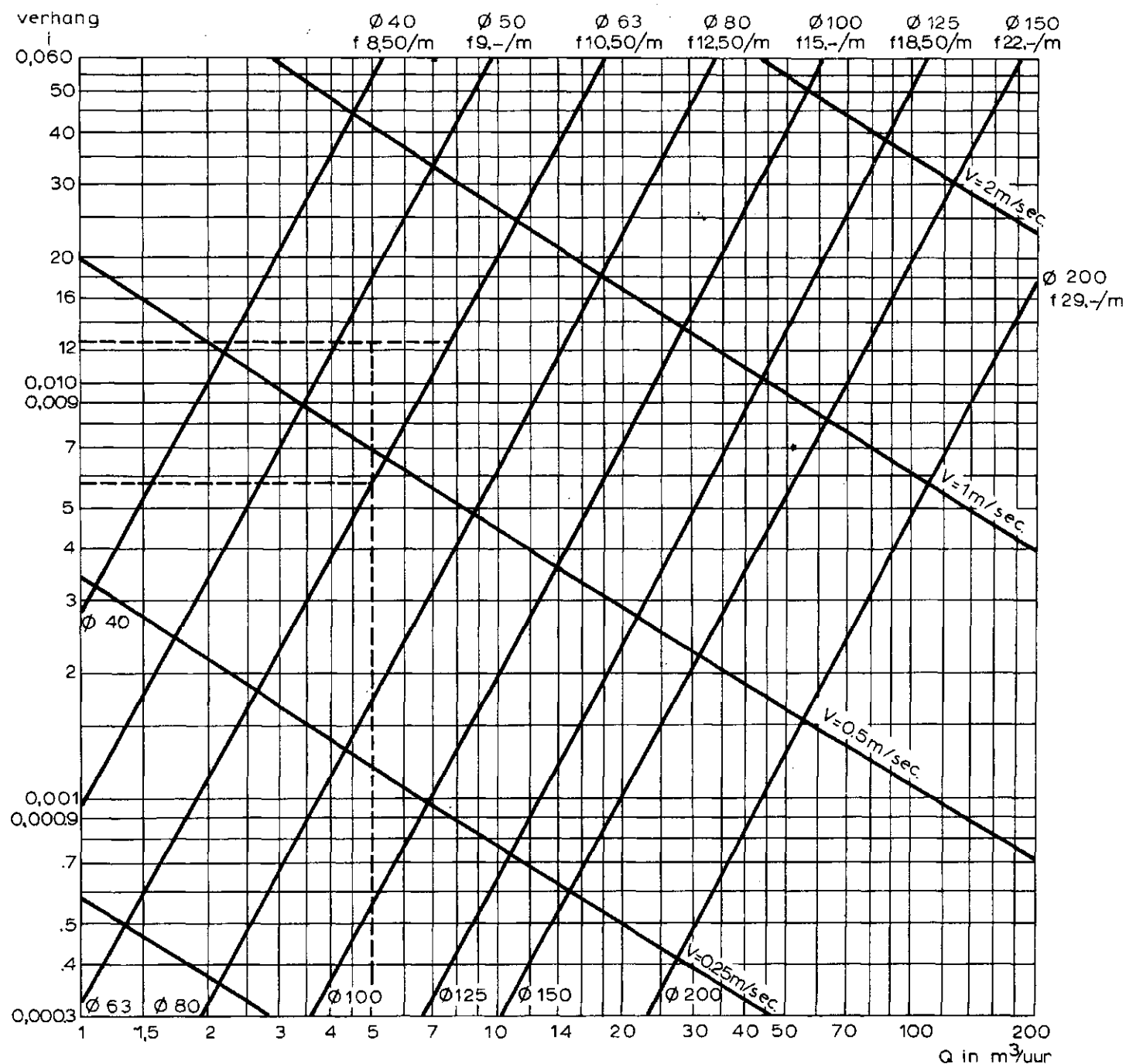
Deze uitkomsten komen goed overeen met de cijfers van DE VRIES.

Het maatgevend drinkwaterverbruik op landbouw- en veebedrijven

In de onderstaande tabel zijn de voor de dimensionering van waterleidingbuizen maatgevende verbruikshoeveelheden aan drinkwater opgenomen, voor landbouwbedrijven en voor veebedrijven van ca. 25 ha

Aantal bedrijven n	landbouwbedrijven		veebedrijven van ca. 25 ha	
	$Q_n = 1,7\sqrt{n} + 0,1(n-1)$	m^3/u 1/sec.	$Q_n = 2,5\sqrt{n} + 0,4(n-1)$	m^3/u 1/sec.
1	1,7	0,47	2,5	0,69
2	2,5	0,69	3,9	1,09
3	3,1	0,86	5,1	1,43
4	3,7	1,03	6,2	1,72
5	4,2	1,17	7,2	2,00
6	4,7	1,31	8,1	2,26
7	5,1	1,42	9,0	2,50
8	5,5	1,53	9,9	2,74
9	5,9	1,64	10,7	2,97
10	6,3	1,75	11,5	3,20
12	7,0	1,94	13,1	3,6
14	7,7	2,14	14,6	4,0
16	8,3	2,31	16,0	4,4
18	8,9	2,47	17,4	4,8
20	9,5	2,64	18,8	5,2
22	10,1	2,8	20,1	5,6
24	10,6	2,9	21,4	6,0
26	11,2	3,1	22,7	6,3
28	11,7	3,3	24,0	6,7
30	12,2	3,4	25,3	7,0
35	13,5	3,7	28,	7,8
40	14,7	4,1	31,	8,7
45	15,8	4,4	34,	9,6
50	16,9	4,7	37,	10,4
60	19,1	5,3	43,	11,9
70	21,1	5,9	49,	13,5
80	23,1	6,4	54,	15,0
90	25,0	6,9	59,	16,5
100	26,0	7,2	65,	17,9
200	44,	12,2	115,	32
300	59,	16,5	163,	45
400	74,	20,5	210,	58
500	88,	24,4	256,	71

AFVOER EN VERHANG IN WATERLEIDINGBUIZEN (K=0,2 mm) naar HUISMAN, 1955



Voorbeeld

geg. : toelaatbaar verval = 10 m
afstand aan te sluiten bedrijven = 800 m
maatgevend verbruik $Q = 5 \text{ m}^3/\text{uur}$

gevr. : leidingdiameter

opl. : $i = 10/800 = 0,0125$ leiding nodig van Ø 63 mm

opmerking: het werkelijke verhang i wordt 0,0058, het drukverval over 800 m is $800 \times 0,0058 = 4,64 \text{ m}$

De kosten van de aanleg van waterleidingbuizen

De cijfers in deze bijlage genoemd werden verkregen uit de archieven van de Cultuurtechnische Dienst. De ramingen werden destijds door de betrokken waterleidingbedrijven gemaakt. Alle kosten zijn inclusief leggen en een veelal bij de kostenopgaven opgevoerde post 'onvoorzien'.

Aanlegkosten van waterleidingbuizen in enige ruilverkavelingen (f/m')

Ruilverkaveling	jaar van raming	buis diameter in mm							dienst- leiding	water- meter
		50	63	80	100	125	150	200		
Gendringen	1957 +	8,50	-	-	15,50	-	20,--	-	135,--	40,--
Echteld-Lienden	1958 □	8,--	-	-	14,50	-	-	-	125,--	37,50
" "	1959 0	8,50	-	-	14,50	-	-	-	125,--	30,--
Tielerwaard West ¹⁾	1961 *	8,--	-	-	12,--	14,--	16,--	22,50	125,--	30,--
Godlinze (uit de gegevens berekend)	1960 Δ	-	11,--	-	18,--	21,50	26,50	-	250,--	

1) waaraan toe te voegen een verhoging van 11% voor 73 kruisingen van wegen en waterlopen à f 1500,- per kruising gemiddeld. Tekens in figuur: + □ 0 * Δ

Het blijkt dat deze kosten niet overal dezelfde zijn. Plaatselijke omstandigheden-bij de ruilverkaveling Godlinze bevonden zich in de weg-berm veel boomwortels-en de grootte van het object zijn hierop van invloed. Naast de bovenstaande gegevens werden nog rechtstreekse informatie verkregen, waaruit bleek dat in de bovengenoemde totale kosten voor kleine doorsneden de leggingskosten ongeveer f 4,50 à f 5,-- per m' en voor de grotere f 6,50 tot f 8,-- per m' zijn. Een en ander is hier grafisch uitgewerkt. Voor de aangehouden richtprijzen zijn de uit bovenstaande tabel becijferde kosten met 8 à 10% verhoogd (loonsverhouding 1963/64). Een meer nauwkeurige ~~berekening~~ berekening van de doorwerking van de loonsverhoging leek ons, in verband met de toch al zeer globale raming van deze kosten, niet nodig. Hierbij zij nog opgemerkt dat de kleine doorsneden (tot ø 63 mm en soms reeds tot ø 80 en ø 100 mm) van P.V.C.-kunststof zijn gemaakt, terwijl de grotere doorsneden van asbestcement zijn. Het prijsverschil tussen deze twee materialen is niet van overwegende betekenis voor onze becijferingen.

De volgende eenheidsbedragen zijn aangehouden:

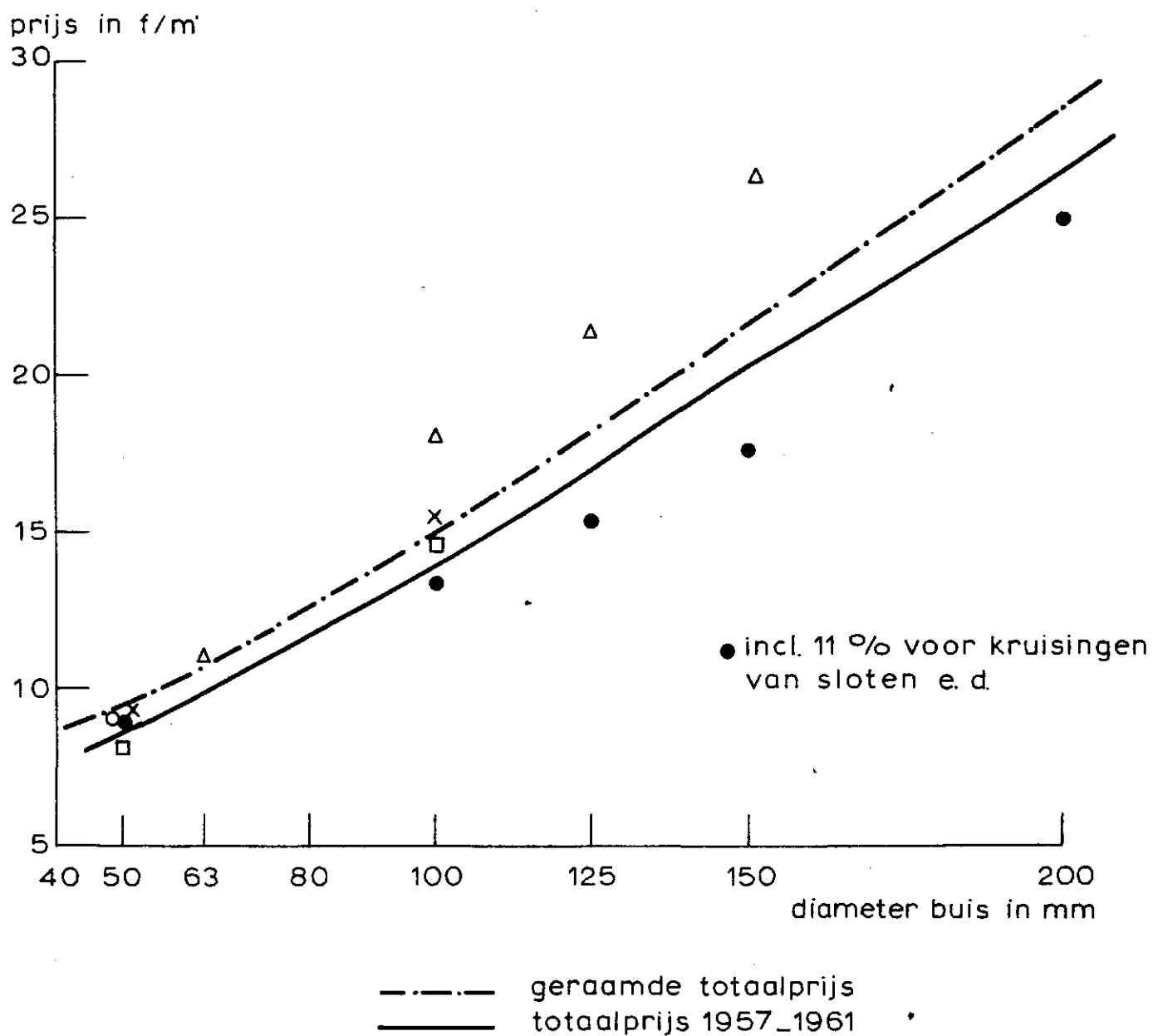
doorsnede 40*	mm	f	8,50/m'
50	"	"	9,— "
63*	"	"	10,50 "
80*	"	"	12,50 "
100	"	"	15,— "
125	"	"	18,— "
150	"	"	22,— "
200	"	"	29,— "

De met * gemerkte doorsneden worden betrekkelijk weinig toegepast; in onze berekeningen zijn ze niettemin opgenomen, om een continu verloop van het verband tussen de kosten en de kostenbepalende factoren te verkrijgen.

Hierbij komen nog enkele bijzondere kosten:

- dienstleiding en watermeter f 200,- per perceel
- zinker onder kanaal f 500,- - f 1500,- en hoger, afhankelijk van de breedte
- idem bij kruising van wegen

BEPALING AANLEGKOSTEN VAN WATERLEIDINGBUIZEN



Het vermogen van elektro-motoren voor het agrarisch bedrijf

Het volgende overzicht is bedoeld om richtcijfers te geven voor de raming van het huidige of toekomstige op agrarische bedrijven geïnstalleerde elektro-motorische vermogen. Motoren met een groter of kleiner vermogen dan in de richtcijfers is aangegeven, werden voor het betrokken werktuig in de geraadpleegde documenten slechts bij uitzondering vermeld. De gegevens, gebruikt voor het samenstellen van dit overzicht zijn verzameld uit documentatie-mappen van het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (I.L.R.) te Wageningen, het Handboek voor Landbouw-werktuigen (RIEMER e.a., 1961) en het Sonderheft Elektro-Installation ~~van~~ Bauen auf dem Lande, 1962, artikel LOESNER).

Akkerbouwbedrijven:

- aardappel sorteermachines	3/4 - 1,5 pk
- graanvijzels	1 - 4 "
- graanblazers	2 - 7 "
- hooi- en schovenblazers	5,5 - 7,5 "
- hijsinrichting voor hooi e.d.	2 - 3 "
- transporteurs (schoven, hooi, bieten, aardappelen)	1 - 2 "
- ventilatoren voor droging van: aardappelen	1 - 4 "
graan	1 - 5 "
hooi	2 - 5 "
- luchtverwarmers (te gebruiken in combinatie met ventilatoren)	5 - 20 kW
- dorsmachines, klein type	5 - 15 pk
groot type	15 - 30 "
met inbegrip van stropers, graan- blazers e.d.)	20 - 40 "
- mengmachines, 100 l inhoud tot	2 " tot
2000 " inhoud	6 " enz.
- maalmolens	2 - 66 "
- hamermolens	5 - 10 "
- pletmolens	2 - 4 "
- ontsmet-, zaadschonings- en zeefmachines	1 - 2 " enz.

Veebedrijven:

- bietensnijders	3/4 - 1,5 pk
- bietenreinigers/-snijders	1 - 1,5 "
- moesmolens	5 - 10 "
- melkmachines: per aangesloten melkapparaat	0,2 - 0,25 "
- vee reinigings- en -scheerapparaten	0,05 - 0,3 kW
- voederkettingen	0,5 - 3 pk
- metschuif	2 - 4 "
(getrokken mestbak)	0,1 pk/koe
" mestplank)	0,2 " "

Diversen:

- beregeningsinstallaties	5 - 20 pk
- kleine machines voor boren, slijpen, zagen enz.	0,1 - 0,3 "
	per machine

Het in woningen geïnstalleerde elektrische vermogen voor verlichting en voor huishoudelijke werkzaamheden

Gegevens voor het volgende overzicht werden verkregen uit:

- BAART DE LA FAILLE, 1960
- LOESENER, 1962, in: Bauen auf dem Lande, Sonderheft Elektro-Installation
- KALFF, 1956
- KONSUMENT, 1963, Heft 4
- RURAL and Village Electrification, 1945
- VERENIGING van Exploitanten van Electriciteitsbedrijven in Nederland (informatie)
- Afdeling Landbouwhuishoudkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen (informatie)

<u>Verlichting</u> (bij toepassing van gloeilampen)		per m ² (Bauen auf dem Lande, 1962)
woonkamer	400-600W	15-22"
slaapkamer	100-250"	7-11"
keuken	100-200"	15-22"
gang, hal en overloop, samen	75-200"	7-11"
badkamer, en w.c., samen	75-150"	7-11"
zolder, kelder e.d., samen	100-200"	4- 6"
voor boerderijen:		
stal- en schuurverlichting	500-1000"	
totaal: (4 slaapkamers)	1650-3000"	

Huishoudelijke toestellen

Algemeen:

ventilator	20- 30"
klok	5"
kleine apparaten als boormachines e.d.	200-500"

Keuken

komfoor 1 plaat	1000, 1500, 2000W
" 2 platen	2000-3000 W
fornuis 3 platen met oven	6000-7500 "
" 4 " " "	7000-9000 "
waterkoker	400- 800 "
snelkoker	ca. 1600 "
doorstroomapparaat	2500-10.000"
heetwaterreservoir en boiler 5 l	660 "
10 "	2000 "
30 l : nachtstroom:	450 W/dagstroom 1600 W
50 " : "	660/2400 "
80 " : "	1000/7200 "
120 " : "	1600/7300 "
warmplaat	ca. 250 "
theelichtje	60-120 "
sapcentrifuge	ca. 350 "
mengbeker	ca. 350 "
keukenmachine	ca. 500 "
mixer	ca. 140 "
broodrooster, eenvoudig	400-500 "
met temp regeling	800-1200 "
melkkoker	500-600 "
koffiezettoestel	ca. 500 "
koffiemolen	100-150 "
grilleerkastje	1000-1500 "
koelkast	100-300 "
diepvriezer	250-400 "
afwasmachine (met verwarming)	2000-6000 "

Voor verzorging van de woning

straalkachel	1000-3000 W
hetelucht kachel	1200-2000 "
ventilator kachel	ca. 2000 "
wandverwarmingselement (voor bad-kamer e.d.)	500-1750 "
vloerwrijver	160- 500 "
stofzuiger	250- 550 "(400 W)

Voor verzorging van kleding

wasmachine (zonder centrifuge)	250- 400 W
centrifuge	125- 350 "
wasmachine met centrifuge en verwarming	2500-3600 "
strijkijzer zonder temp.regelaar	ca. 450 "
" met " "	ca. 1000 "
naaimachine	50- 200 "

Voor lichaamsverzorging

infrarood lamp/hogtezon	100- 500 "
haardroger	300- 500 "
scheerapparaat	15- 30 "
elektrisch kussen	ca. 60 "
elektrische deken	50- 150 "
bedkruik	ca. 1000 "
vloermatje en stoof(niet accumulerend)	ca. 50 "

Voor ontspanning e.d.

radiotoestel	30- 60 "
televisietoestel	140- 200 "
platenspeler	10- 30 "
bandrecorder	30- 80 "
dia- of filmprojector	150- 300 "

Het grootste gelijktijdig aangesloten elektrisch vermogen in een
(agrarische) huishouding

Voor de bepaling van het grootste gelijktijdig aangesloten vermogen kan gebruik worden gemaakt van het in Bijlage 10 gegeven overzicht. In het algemeen zal de belasting door grote huishoudelijke toestellen maatgevend zijn (wasmachine, fornuis). De totale belasting voor verlichting blijft hier ver beneden.

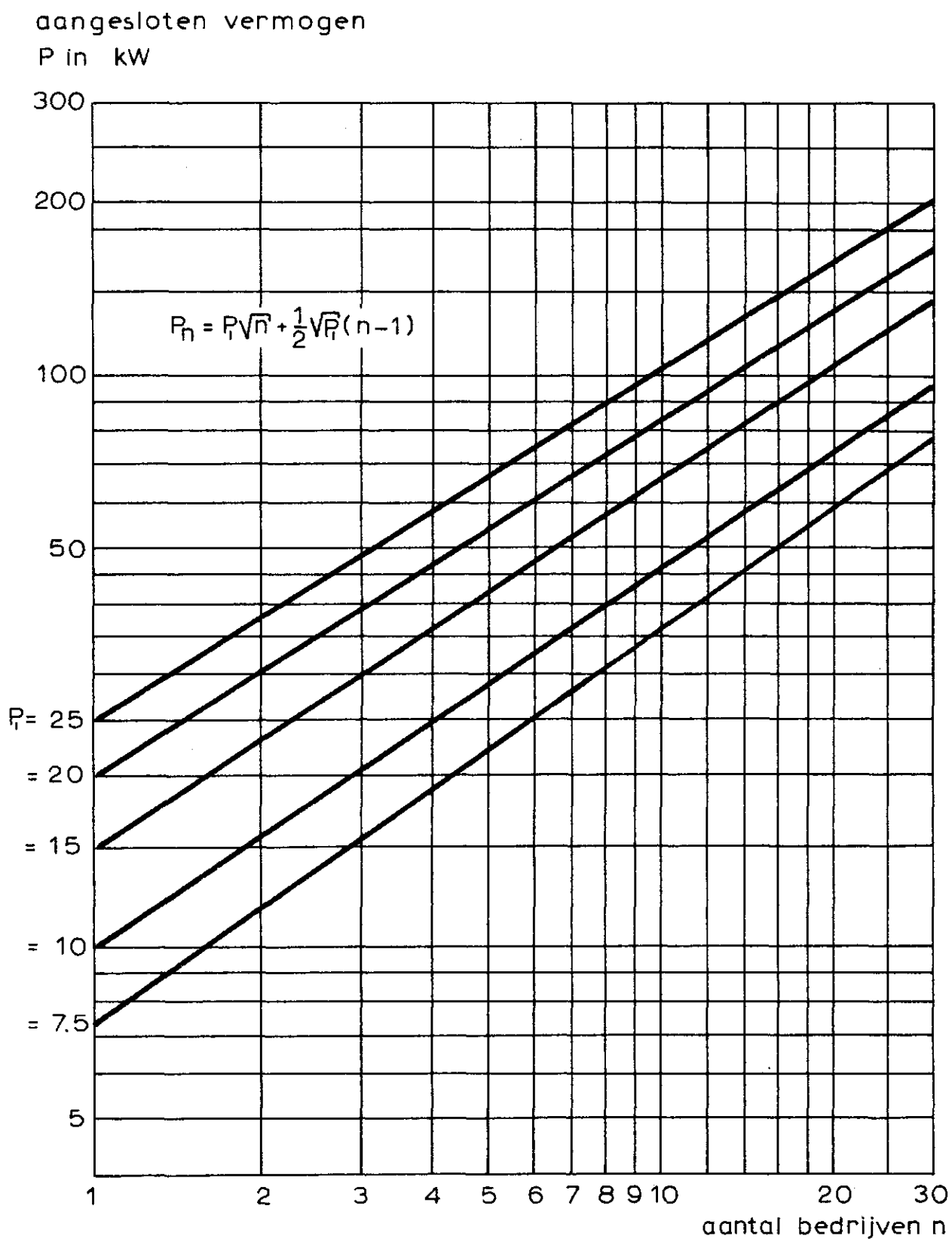
De toekomstige uitrusting van de bedrijven met de diverse huishoudelijke toestellen is zeer moeilijk te schatten. Tot heden is nog een hand over hand toenemend gebruik van elektriciteit in de huishouding waar te nemen. De raming van het maatgevend gelijktijdig aangesloten vermogen kan dan ook niet meer dan een zeer globale benadering zijn:

wasmachine	2000 W
fornuis	4000 "
verwarming	1000 "
overige apparaten en licht	<u>500 "</u>

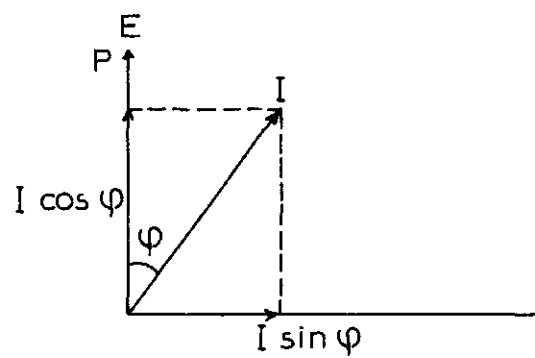
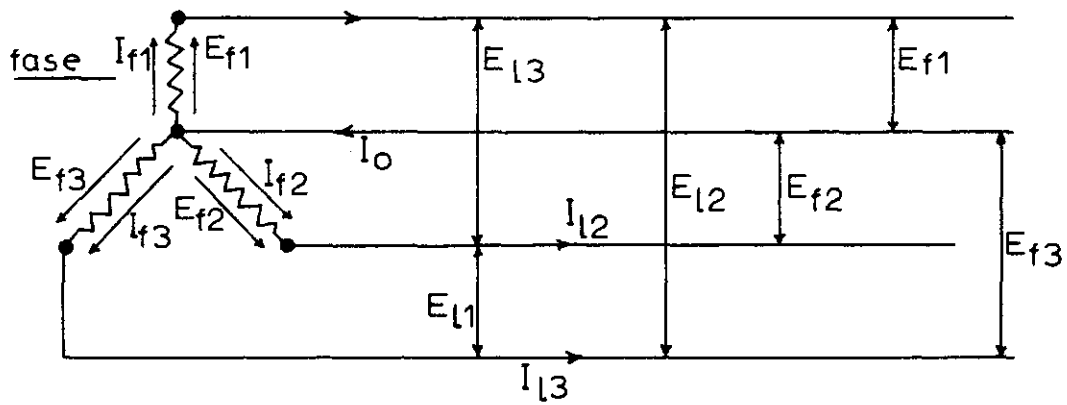
Totaal ca. 7500 W gelijktijdig aangesloten vermogen.

De duur van deze belasting zal waarschijnlijk zeer kort zijn. Indien voor de netberekening wordt uitgegaan van een maatgevende duur van 15 min. (zie KUMMER, 1962) dan zou voor de maatgevende belasting bijvoorbeeld 6000-7500 W kunnen worden genomen, waarbij de eerste waarde voor kleine en het tweede voor grote bedrijven kan worden gehanteerd. Grote afwijkingen van deze cijfers zijn evenwel zeer goed mogelijk.

HET MAATGEVEND AANGESLOTEN ELECTRISCH VERMOGEN BIJ VERSCHILLENDE BEDRIJFSGROOTTEN EN -AANTALLEN

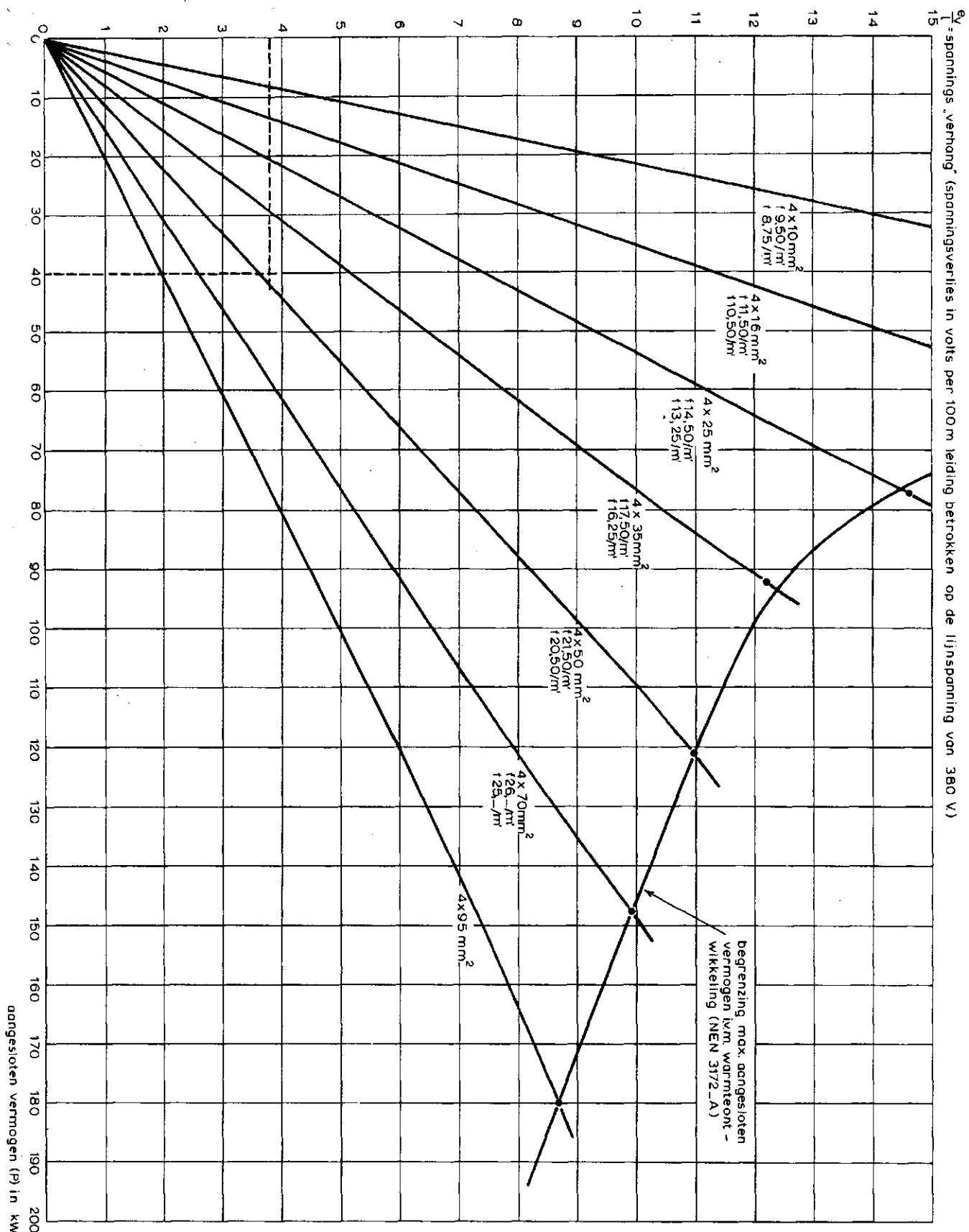


SCHEMA VAN EEN DRAAISTROOMNET



vermogen: $P = E(I \cos \varphi)$

AANGESLOTEN VERMOGEN, SPANNINGSVERLIES EN KABELDOORSNEDENDE VOOR LAAGSPANNINGSKABELS



Toelichting prijzen f_b^a/m'

a = kabels met hulpdraden

b = kabels zonder hulpdraden

Voorbeeld

geg. : aangesloten vermogen

$P = 40$ kW

leidinglengte $l = 500$ m

toelaatbaar spanning:

verlies $e_v = 19$ V

gevr. : vereiste kabeldoorsnede

opl. : $e_v/l = 19/5 = 3,8$ V

kabel nodig van 4 x 50

mm²

De kosten van aanleg van elektriciteitskabels

1955. Kabelprijs en leggingskosten (HUSTINX, 1956, pg. 126)
 hoogspanningskabel (aanduiding in de figuur 0)

dsn. in mm ²	kabelprijs	leggen	totaal per m'
3 x 16	9,63	1,77	11,40
3 x 25	10,65	1,85	12,50
3 x 35	12,49	1,91	14,40
3 x 50	15,90	2,—	17,90
3 x 70	19,59	2,21	21,80
3 x 95	24,15	2,45	26,60

Laagspanningskabel (met hulpdraden) in figuur.

4 x 10 + 4 x 1	5,26	1,74	7,—
4 x 25 4 x 2,5	9,99	2,01	12,—
4 x 50 4 x 2,5	16,26	2,24	18,50
4 x 95 4 x 2,5	26,52	2,48	29,—

1961. Laagspanningskabels (berekend naar gegevens uit een artikel
 van PALM, 1961, pag. 97 en 98)

doorsnede	totaalprijs per m'
4 x 16	ƒ 12,—
4 x 25	" 15,50
4 x 35	" 20,—
4 x 50	" 26,—
4 x 70	" 34,50

1961/1962. Gegevens in 1963 verzameld bij diverse elektriciteitsbedrijven:
 Laagspanningskabels (gegevens van El.Mij.Veenkoloniën, te Veendam)

dsn.	kabelprijs	leggen toezicht ontwerp e.a. kosten	totaal
4 x 10 + 4 x 1	5,30	4,20	9,50
4 x 25 + 4 x 2,5	9,30	4,20	13,50
4 x 35 + 4 x 2,5	12,70	4,25	13,—
4 x 50 + 4 x 2,5	15,25	4,25	19,50
4 x 70 + 4 x 2,5	19,60	4,40	24,—

Door de maatschappijen Laagspanningsnetten te Groningen en het P.E.B. in Friesland werd voor $4 \times 50 + 4 \times 2,5$ een totaal bedrag van f 18,— tot f 21,— per m' genoemd.

Hoogspanningskabels

P.E.B. Friesland	3 x 35	f 14,—/m'
P.E.B. Groningen	3 x 16	" 13,— "
	3 x 35	" 16,— "
	3 x 50	" 20,— "

Dit cijfermateriaal is verwerkt in bijgaande figuur. In het algemeen kan worden geconstateerd dat voor de grotere doorsneden de laagspanningskabels het duurst zijn, vanwege de grotere en meer gecompliceerde doorsnede (hulpdraden!). Bij de kleine doorsneden geeft de voor de hoogspanningskabels vereiste zwaardere uitvoering van de isolatie de doorslag.

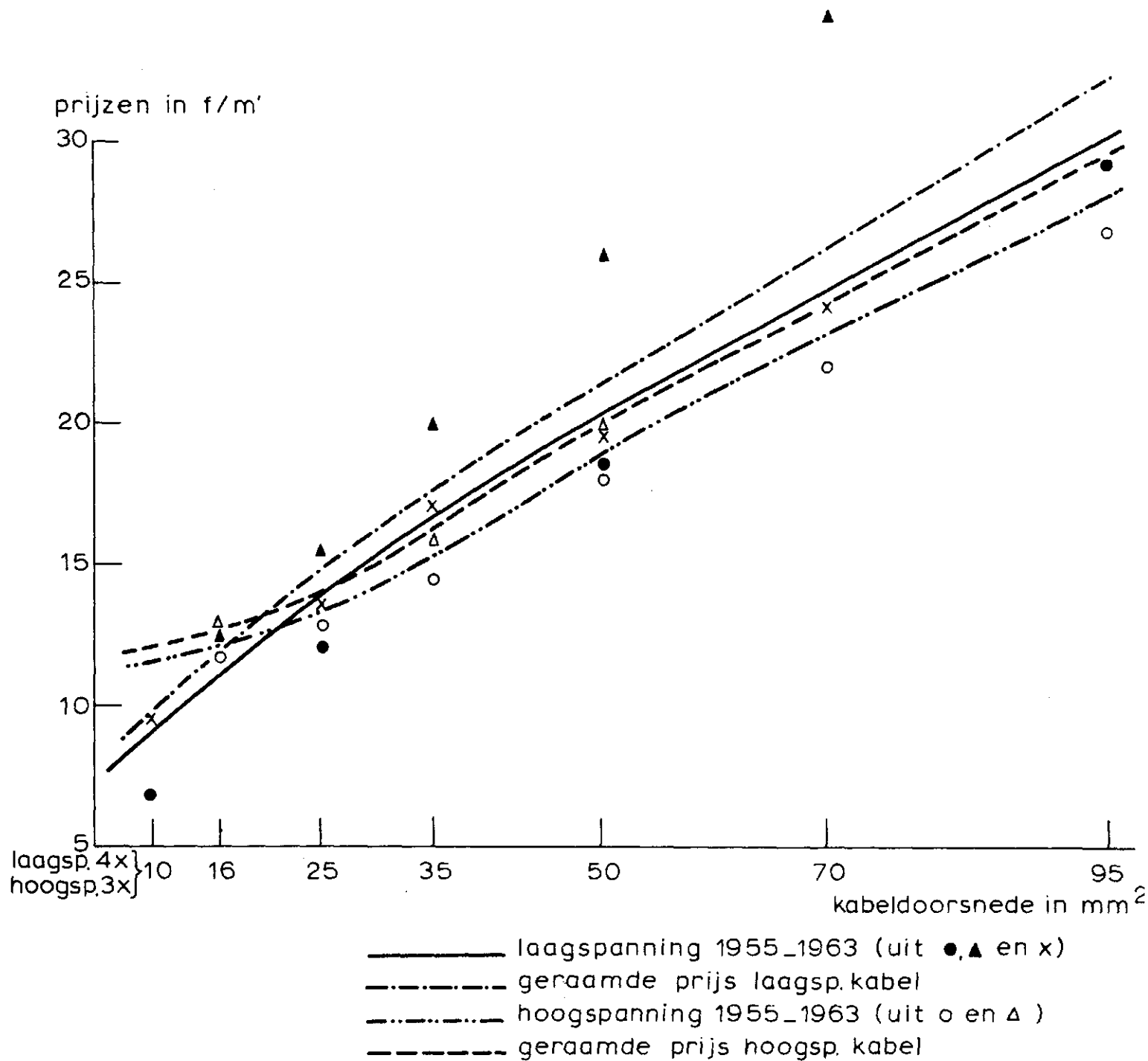
Er zij op gewezen dat in de eerste twee tabellen geen kosten voor ontwerp, toezicht en dergelijke zijn opgenomen.

De vermelde bedragen konden worden gerefereerd aan kostenopgaven aan de Cultuurtechnische Dienst door verschillende bij ruilverkavelingen betrokken elektriciteitsbedrijven. Hierbij kwam vast te staan dat de door PALM (1961) gebruikte bedragen iets aan de hoge kant zijn.

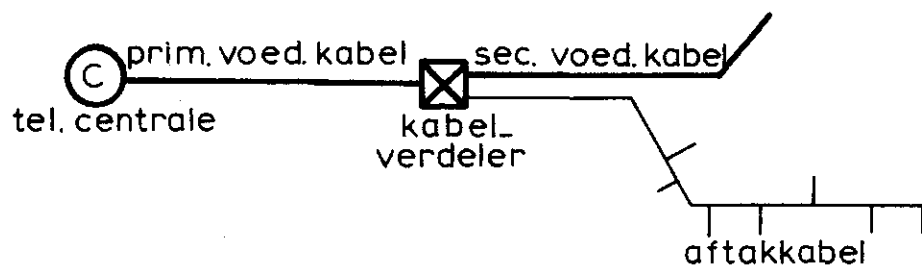
Op grond van deze overwegingen en de gegevens in de grafiek zijn de volgende basisbedragen afgeleid.

Laagspanningskabels doorsnede + hulpdraden	Totale kosten per m'	
	met hulpdraden	zonder hulpdraden
4 x 10 + 4 x 1 mm ²	f 9,50	f 8,75
4 x 16 + 4 x 2,5 "	" 11,50	" 10,50
4 x 25 + 4 x 2,5 "	" 14,50	" 13,25
4 x 35 + 4 x 2,5 "	" 17,50	" 16,25
4 x 50 + 4 x 2,5 "	" 21,50	" 20,50
4 x 70 + 4 x 2,5 "	" 26,—	" 25,—
<u>Hoogspanningskabels</u>		
3 x 16 mm ²		f 13,—
3 x 25 "		" 14,—
3 x 35 "		" 16,25
3 x 50 "		" 20,—
3 x 70 "		" 24,—

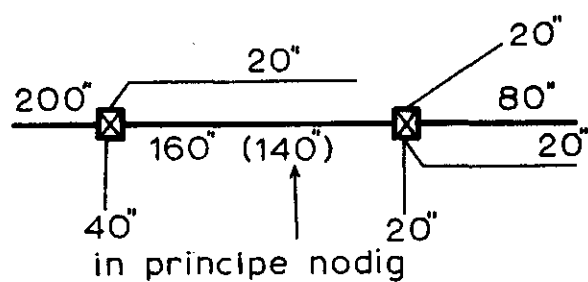
BEPALING AANLEGKOSTEN VAN ELECTRICITEITSKABELS



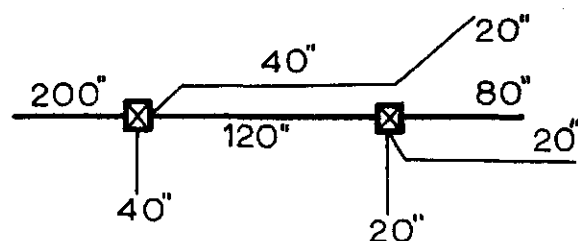
DETAILS VAN HET LOKALE TELEFOONNET (naar PTT telefoonkabels)



oplossing A



oplossing B



 voedingskabel
 aftakkabel